# FIZIK



G. I. Faleev





NATIONAL YIDDISH BOOK CENTER
AMHERST, MASSACHUSETTS
413 256-4900 | YIDDISH@BIKHER.ORG
WWW.YIDDISHBOOKCENTER.ORG



MAJOR FUNDING FOR THE
STEVEN SPIELBERG DIGITAL YIDDISH LIBRARY
WAS PROVIDED BY:

*Lloyd E. Cotsen Trust*
*Arie & Ida Crown Memorial*
*The Seymour Grubman Family*
*David and Barbara B. Hirschhorn Foundation*
*Max Palevsky*
*Robert Price*
*Righteous Persons Foundation*
*Leif D. Rosenblatt*
*Sarah and Ben Torchinsky*
*Harry and Jeanette Weinberg Foundation*
AND MEMBERS AND FRIENDS OF THE
*National Yiddish Book Center*



The *goldene pave*, or golden peacock, is a traditional symbol of Yiddish creativity. The inspiration for our colophon comes from a design by the noted artist Yechiel Hadani of Jerusalem, Israel.

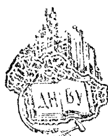
ג. י. פאליעוו און א. וו. פּיאָרישקין

# פיזיק

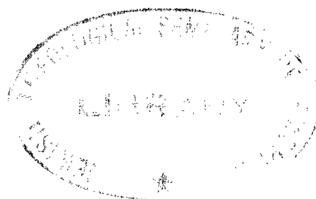
## לערנבוך פארן 7טן קלאס פון דער מיטלשול

### צווייטער טייל

באשטעטיקט פון פאָלקאָמבילד רספ״ר
באשטעטיקט פון פאָלקאָמבילד אוסר״ר




מעלוכע־פארלאג פאר די נאציאָנאַלע מינדערהייטן אין אוסר״ר
קיעוו 1935 כארקאָוו



פאראנטוו. רעדאקטער — ל. מישקאָווסקי. טעכנישער רעדאקטער — מ. זארעצקי. קאָרעקטער—
מ. דובינסקי. פאפיר 94×62 — 38 קג. 11 3/4 בויגנ. אינ איינ פאפיר־בויגנ—96 ט. אויסיעס.
טיראזש 3 100 עקז. פארלאג Є־58 №. 2־טע אינטערנאצ. דרוק. אופקפ״ט. קיעוו. באשט. 530. באפולמעכטיק־
טער פונ הויפטליט 1960. אָפּגעגעבנ אינ זאצ 13/V—35. אונטערגעשריבנ צומ דרוק 15/VII—35.

Ціна книж. 1 крб. 50 коп., оправа 35 коп.

# ע ל ע ק ט ר ע

קאפיטל I.

## אַרײַנפיר.

**1. געשיכטלעכע יעדיִעס פונ דער לערע וועגנ עלעקטרע.** ניט געקוקט אַפ דעם, וואָס אזעלכע עלעקטרישע דערשײַנונגענ ווי א געוויטער, זײַנענ געווענ באַקאנט נאָכ דעם אוראלטנ מענטשנ, האָבנ מיר ביזנ XIX יאָרהונדערט ווייניק געוווסט וועגנ עלעקטרע. „וועגנ עלעקטרע האָבנ מיר אָנגעהויבנ וויסנ עפּעס זאכלעכס ערשט פונ דעמלט אָנ, — זאָגט ענגעלס, — זינט עס איז אנטדעקט געוואָרנ, אז זי לאָזט זיכ טעכניש אָנווענדנ". דאָס דערלערנענ עלעקטרע איז געגאנגענ מיט זייער לאנג־זאמע טעמפּנ. ערשט אינ אָנהייב פונעם XIX יאָרהונדערט האָבנ זיכ מענטשנ באַקאנט מיט עלעקטרישנ שטראָם.

שוינ די ערשטע באַקאנטשאפט מיט עלעקטרישנ שטראָם האָט אנטפּלעקט א ריי אייגנשאפטנ זײַנע, וועלכע מע האָט געקאָנט אויסנוצנ צוליב פּראקטישע צילנ.

אינ 1802 יאָר האָט דער רוסישער געלערנטער **פּ ע ט ר אָ ו** געוויזנ, וויִאזוי מע קאָנ מיט דער הילפ פונ עלעקטרע באַקומענ א העלע שײַנ.

אינ 1804 יאָר האָט דער איטאליִענישער געלערנטער **נ ע ג ר אָ** אויסגעבויט דעם ערשטנ עלעקטרישנ באַוועגער.

עלעקטרישער שטראָם גיט זיכ איבער אויסערגעוויינלעכ שנעל דורכ דורכפּי־רערס. די דאָזיקע אייגנשאפט, וואָס איז זייער ווערטפול, קעדיי גיכ איבערצוגעבנ סיגנאלנ, איז אויסגענוצט געוואָרנ אַפ באַדינענ די באַוועגונג פונ די ערשטע אײַזנ־באנ־צוגנ, וועלכע האָבנ זיכ באַוועגט מיט אזא גיכקײַט, וואָס איז ביז יענער צײַט ניט געהערט געוואָרנ.

אַפ באַדינענ די באַוועגונג פונ די אײַזנבאנ־צוגנ איז געווענ נייטיק צו געבנ שנעל סיגנאלנ וועגנ אָפּפאָרנ פונעם צוג, וועגנ אָפּהאלט, וועגנ דעם, אז דער וועג איז באַשעדיקט, א. ד. גל. דעריבער האָט די נײַע באַוועגונג־טעכניק געפאָדערט אויכ נײַע פאַרבינדונג־מיטלענ. לייזנדיק די אוועקגעשטעלטע טעכנישע אויפגאבע וועגנ אויסנוצנ עלעקטרע צוליב פאַרבינדונג, האָט די וויסנשאפט אנטדעקט אונ דערלערנט א ריי געזעצנ פונעם עלעקטרישנ שטראָם.

אָבער די דאָזיקע אנטדעקונגענ האָבנ ניט געקאָנט אויסגענוצט ווערנ צוליב פּראקטישע צילנ, ווײַל די מיטלענ גופע פונ באַקומענ דעם שטראָם זײַנענ געווענ זייער ניט־פּולקום. ערשט אינ 1831 יאָר האָט דער ענגלישער געלערנטער **פ א ר א ד ײ** געפונענ א מיטל צו פאַרוואנדלענ מעכאנישע ענערגיע אינ עלעקטרישער, אונ אינ דעם זעלבנ יאָר טאַקע ווערט קאָנסטרויִרט די ערשטע מאשינ אַפ צו פאַר־וואנדלענ מעכאנישע ענערגיע אינ עלעקטרישער.

ס'איז גאנצ פארשטענדלעכ, אז די ערשטע מאשינ איז געווענ זייער ניט־פולקומ, אונ קעדיי צו דערלערנענ אונ פארפולקומענ זי, האָט זיכ געפאָדערט א לאנגדויערנדיקע ארבעט פונ א ריי געלערנטע אונ דערפינדערס.

די אינדוסטריע האָט זיכ שטארק געניוטיקט אינ עלעקטרע. דאָס האָט געצווונגענ די געלערנטע אונ די דערפינדערס פאנאנדערצוארבעטנ די וויסנשאפטלעכע טעאָריע אונ בויענ עלעקטרישע מאשינעס אונ מאכשירימ.

פונ פאראדייס אנטדעקונג, ביז מע האָט קאָנסטרויִרט די ערשטע פראקטיש־טויג־בארע דינאמאָמאשינ, איז אריבער מער פונ פערציק יאָר. צומ סאָפ XIX י. ה. באקומט דאָס געברויכנ עלעקטרישע ענערגיע אינ דער אינדוסטריע א ברייטע אנטוויקלונג.

אינ 1876 יאָר ווערט אפ די פאריזשער בולוואַרנ איינגעשטעלט עלעקטרישע באַ־לייכטונג מיט דער הילפ פונ די אפאראטנ, וואָס עס האָט דערפונדנ דער רוסישער געלערנטער יאבלאָטשקאָוו.

אינ 1879 יאָר האָט עדיסאָנ קאָנסטרויִרט זיינ עלעקטריש גלי־לעמפל, אונ אדאנק דעמ הייבט אָנ די עלעקטרישע ענערגיע ברייט אָנגעווענדעט ווערנ צוליב באלייכטונג.

אינ 1882 יאָר איז אינ ניו־יאָרק אויסגעבויט געוואָרנ די ערשטע עלעקטרישע סטאנציע, אונ אינ דער זעלביקער צייט האָט מארסעל דעפרע אויסגעפונענ א מיטל איבערצוגעבנ עלעקטרישע ענערגיע אפ גרויסע שטרעקעס.

בא היינטיקנ טאָג זיינענ יעדערנ באקאנט פילצאָליקע פאלנ פונ אָנווענדנ עלעקטרע אינ דער אינדוסטריע. יעדערער קאָנ באאָבאכטנ, ווי עלעקטרישע ענערגיע פארבייט אינ דער אינדוסטריע אנדערע מינימ ענערגיע. יעדערנ זיינענ באקאנט א ריי עלעקט־רישע סטאנציעס שוינ אויסגעבויטע אָדער וואָס בויענ זיכ, וועלכע ארבעטנ איבער די ענערגיע פונ פאלנדיקנ וואסער, אָדער פונ הייצווארג אינ עלעקטרישער ענערגיע אונ גיבנ זי איבער אפ גרויסע שטרעקעס, קעדיי די אינדוסטריע זאָל זי פארשיידנ־ארטיק אויסנוצנ.

עלעקטריפיקאציע, וואָס דרינגט דורכ מיט עלעקטרישנ שטראָמ די גאנצע אינ־דוסטריע, די גאנצע ערדארבעט, דעמ גאנצנ טראנספּאָרט, דעמ גאנצנ שטייגער — אָט דאָס איז דאָס לעצטע וואָרט אינ דער אנטוויקלונג פונ מענטשלעכער טעכניק, וועלכע כאפט ארומ אסאכ צענדליקער טויזנטער יאָרנ.

אינ רעזולטאט פונ געמיינזאמע אָנשטרענגונגענ פונ דער וויסנשאפט אונ דער טעכניק זיינענ געקומענ ניט בלויז טעכנישע דערגרייכונגענ. די פארטיפטע דערלערנונג פונ עלעקטרע האָט געגעבנ דער וויסנשאפט א מעגלעכקייט טיפ אריינצוקוקנ אינעמ געבוי פונ שטאָפ. די לערע וועגנ שטאָפ אנטוויקלט זיכ די לעצטע צייט זייער שנעל, עפּע־נענדיק פאר דער וויסנשאפט נייע האָריזאָנטנ.

2. **עלעקטרע אינ דער פאָלקווירטשאפט.** אינ דער אינדוסטריע ברענגט עלעקטרישע ענערגיע אינ באוועגונג א גאנצע ריי מעכאניזמענ, באדינט זאוואָדישע עלעקטרישע אויוונס, ווערט אָנגעווענדעט צוליב טעכנישע פראָצעסנ. אינ דער לאנד־ווירטשאפט געפינט עלעקטרע אָנ אָנווענדונג, אָנהייבנדיק פונ גרויסע ארבעטנ ארומ איריגאציע אונ באדינונג פונ לאנדווירטשאפטלעכע איינריכטונגענ אונ ענדיקנדיק מיט קליינע ארבעטנ, אשטייגער: מעלקנ מיט עלעקטרע, שניידנ אונ אונטערוואַרעמענ

א. ד. גל.

מיט דער הילפ פונ עלעקטרע גיט מענ איבער מיט א קאָלאָסאלער שנעלקײַט טעלעגראמעס — דורכ דראָטנ אונ אָנ דראָטנ, פארווירקלעכנדיק א שנעלע פארבינדונג צווישנ ערטער, וואָס זײַנענ ווײַט איינס פונ דעמ אנדערנ; עלעקטרישע צוגנ, טראמווײַענ אונ מעטראָפּאָליטענענ פירנ אריבער שנעל פראכטנ אונ פּאסאזשירנ.

מיט דער הילפ פונ עלעקטרע איז מעגלעכ געוואָרנ אויסצונוצנ אינ אינדוסטריעלע צענטערס די ענערגיע פונ דערווײַטערטע קוואלנ; א נעצ צענטראלע עלעקטרישע סטאנציעס ארבעט איבער אָרטיקע ביליקע קוואלנ פונ ענערגיע אינ עלעקטרישנ שטראָמ אונ גיט איבער זייער ענערגיע אפ ריזיקע שטרעקעס.

אינ אונדזער פארבאנד בויט מענ איצט א גרויסע נעצ פונ אזעלכע סטאנציעס. אינ 1932 יאָר האָט מענ פארענדיקט בויענ די סאמע גראנדיעזע פונ די דאָזיקע סטאנציעס — די דניעפּרישע הידראָעלעקטרישע סטאנציע — די גרעסטע פונ אלע סטאנציעס אינ דער וועלט.

**3. עלעקטרע אינ מיליטער־וועזנ.** אינ דער מיליטערישער טעכניק ווערט עלעקטרע זייער ברייט אָנגעווענדעט צוליב פארבינדונג, אינ שלאכט אונ צוליב באהילפיקער באדינונג. טעלעפאָנענ, וואָס געוויינלעכ זײַנענ זיי צוגעפּעסטיקט צו דער וואנט, האָבנ זיכ פארוואנדלט אינ באוועגלעכע, וואָס מע קאָנ זיי גרינג אונ גיכ אײַנשטעלנ קימאט אומעטומ. זייער אָנווענדונג האָט זיכ פארברייטערט: פונ א פארבינדונג־מיטל זײַנענ זיי געוואָרנ אנ אויסשפּירונג־מיטל — א מיטל צו קלײַבנ יעדיעס וועגנ דעמ קעגנער. דורכלייגנדיק די ליניעס אפ א ספּעציעלנ אויפנ אונ אויסנוצנדיק פארשטארקערס, האָט מענ אינ דער פּאָריקער מילכאָמע דערגרייכט, אז מע האָט געהערט די שמועסנ אינ דעמ קעגנערס טעלעפאָנענ.

עלעקטרע ווענדעט מענ אָנ אפ צו לאָזנ אינ גאנג אווטאָמאטישע אָדער סטאנציאָנעלע מינעס אונ פוגאסנ. די ערשטע רײַסנ זיכ אופ אליינ, ווענ דער קעגנער טרעט אפ זיי אָנ. די צווייטע רײַסט מענ אופ פונ א סטאנציע, פונ וועלכער מע באָבאכטעט דעמ קעגנערס באוועגונגענ. כוץ מינעס, באנוצט מענ זיכ מיט עלעקטרע אויכ צוליב עלעקטריזירנ דראָט־פארצאמונגענ, וואָס צורירנ זיכ צו זיי איז געפערלעכ פארנ לעבנ.

עלעקטרע אינ שלאכט דינט אפ ברענגענ אינ ווירקונג גאנצע ארטילעריע־באטארייעס. מיט דער הילפ פונ עלעקטרישנ שטראָמ קאָנ מענ שנעל אונ פּינקטלעכ אָנצילנ, אָנלאָדנ א הארמאט אונ אויסשיסנ פונ אימ. אָבער דאָס איז נאָכ ניט אלצ: בא הײַנטיקנ טאָג פליִענ שוינ אעראָפּלאנענ, וואָס רעגולירנ אליינ זייערע רולנ, אונ וואָס מע פירט מיט זיי אָנ פונ דער ערד. לויט א קאָמאנדע פונ דער ערד, וואָס ווערט איבערגעגעבנ דורכ ראדיאָ, ענדערנ די אעראָפּלאנענ די ריכטונג פונ זייער פליִענ, ווארפנ אראָפּ באָמבעס, קערנ זיכ אומ צוריק. אפנ זעלבנ אויפנ קאָנ מענ אויכ אפ א שטרעקע אָנפירנ מיטנ גאנג פונ שיפנ, צווינגענ זיי צו שיסנ פונ די הארמאטנ, וואָס זײַנענ אפ זיי פאראנ.

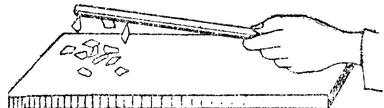
אינ זײַנ פרידלעכער בויונג איז דער פסר"ר געצווונגענ צו זאָרגנ אויכ וועגנ דער געפארלאָזיקײַט פונ זײַנע גרענעצנ. דעריבער איז אויכ אינ מיליטערישנ געביט נייטיק עלעקטריפיקאציע, וועלכע שטעלט אוועק די מיליטערישע טעכניק פונ פסר"ר אפ דער הייכ פונ די הײַנטצײַטיקע באדינגונגענ פונ דער מילכאָמע, וואָס עס גרייטנ אונדז די אימפּעריאליסטישע רויבער.

קאפּיטל II.

# אָנפאנגלעכע יעדיִעס וועגנ עלעקטרע.

4. **עלעקטרע.** דאָס וואָרט „עלעקטרע" שטאמט פונעם גריכישנ וואָרט „עלעקטראָנ", וואָס באטײַט בורשטינ. נאָכ אינ טיפנ אלטערטום איז שוינ געווענ באוווסט, אז ווענ מע רײַבט בורשטינ אָנ א וואָלענער שטאָפ, באקומט ער די אייגנשאפט פונ צוציִענ צו זיכ לײַכטע זאכנ. מע האָט געהאלטנ, אז די דאָזיקע אייגנשאפט פארמאָגט בלויז בורשטינ, און דעריבער האָט מענ זי אָנגערופנ עלעקטרישע.

אינ 1600 יאָר האָט דער ענגלענדער דזשילבערט אויסגעפונענ, אז ניט בלויז אָנגעריבענער בורשטינ באקומט עלעקטרישע אייגנשאפטנ.



פיג. 1. אָנגעשוירענע שטיקלעכ פּאפּיר ציִענ זיכ צו צו טריוואקס, וואָס איז אָנגעריבנ מיט געוואנט.

עס ציט צו אָנגעשוירענע שטיקלעכ פּאפּיר טריוואקס, וואָס איז אָנגעריבנ מיט געוואנט (פיג. 1), קאוטשוק, אָנגעריבנ מיט וואָל אָדער מיט פוטער, א גלעזערנ שטעקעלע, אָנגעריבנ מיט זײַד. אפילע גאָר א טרוקענער בויגנ פּאפּיר, וואָס איז אָנגעריבנ מיט דער האנט, ווײַזט ארויס עלעקטרישע אייגנשאפטנ.

עלעקטריזאציע באם רײַבנ קאָנ מענ זענ זייער אָפט. באם קעמענ טרוקענע ריינע האָר מיט א קאוטשוקענעמ קעמל עלעקטריזירנ זיכ סײַ די האָר, סײַ דער קעמל: באם קעמענ הערט זיכ א קנאק; אינדערפינצטער קאָנ מענ באמערקנ, ווי עס באווײַזנ זיכ קליינינקע פונקענ, די האָר לייגנ זיכ שלעכט איינע צו דער אנדערער, צומ קעמל ציִענ זיכ צו שטויבעלעכ און אנדערע קליינינקע קערפּערס.

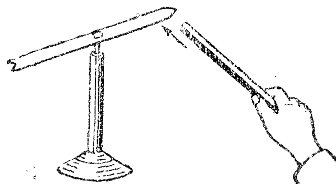
ווענ א רימענ רײַבט זיכ אָנ א שקיוו, ווערט דער רימענ עלעקטריזירט. אינ א טרוקענעמ לאָקאל קאָנ די עלעקטריזאציע פונעם רימענ זײַנ אזויפיל באדײַטנדיק, אז עס וועלנ זיכ באווײַזנ פונקענ. די פונקענ זײַנענ זייער געפערלעכ, אויב דער רוימ, אינ וועלכנ זיי אנטשטייענ, איז אָנגעפילט מיט טרוקענעמ שטויב, וואָס קאָנ לײַכט אופרײַסנ. אינ אזעלכע פאלנ קומט אויס זייער אופמערקזאמ נאָכצושפירנ נאָכנ צושטאנד פונעמ לאָקאל און ניט דערלאָזנ דערצו, אז עס זאָלנ זיכ באווײַזנ פונקענ.

## פראגעס.

1. פונוואנענ נעמט זיכ דאָס וואָרט „עלעקטרע" ?
2. מיט וועלכע פרווונ קאָנ מענ באווײַזנ די עלעקטריזאציע פונ קערפּערס באם רײַבנ ?

5. **צוויי מינים אָנלאָדן.** לאָמיר א רײַב טוך צוויי שטעקעלעך קאַוטשוק מיט א שטיקל געוואַנט. אוועקלייגנדיק איינס שטעקעלע אַפ א שאַרפן שפּיץ אַזוי, אַז עס זאָל זיך קאָנען דרייען, לאָמיר צו אים צוטראָגן דאָס צווייטע שטעקעלע (פיג. 2). מירן באַמערקן, אַז די אָנגעעלעקטריזירטע שטעקעלעך קאַוטשוק שטויסן זיך אָפּ.

דער זעלביקער רעזולטאַט באַקומט זיך, אויב מע זאָל אָנשטאָט שטעקעלעך קאַוטשוק נעמען גלעזערנע שטעקעלעך, אָנגעריבענע מיט לעדער, וואָס איז באַדעקט מיט א צעלאָז פון צינק אין קוועקזילבער — צינק-אַמאַלגאַמע.


פיג. 2.

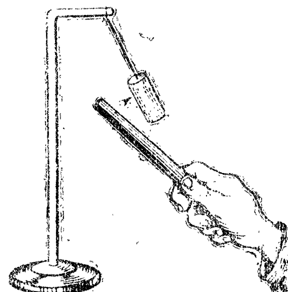
לאָמיר צוטראָגן צו אַן אָנגעעלעקטריזירט קאַוטשוקן שטעקעלע א גלעזערן שטעקעלע, וואָס איז אָנגעעלעקטריזירט דורכן רײַבן אָן לעדער. מירן באַמערקן, אַז דאָס קאַוטשוקן שטעקעלע ציט זיך צו צום גלעזערן שטעקעלע.

אויב מע זאָל אוועקלייגן אַף א באַוועגלעכן געשטעל אַן אָנגעעלעקטריזירט גלעזערן שטעקעלע און צוטראָגן צו דעם אַן אָנגעעלעקטריזירט קאַוטשוקן-שטעקעלע, וועט זיך דאָס גלעזערן שטעקעלע צוציִען צום קאַוטשוקענעם.

אַף אַזאַ אופן זעען מיר, אַז אָנגעעלעקטריזירטע קערפּערס ציִען זיך צו אָדער שטויסן זיך אָפּ. הייסט עס, אַז עס זײַנען פאַראַן צוויי מינים עלעקטרישע אָנלאָדן.

די עלעקטרישע אָנלאָדן, וועלכע באַקומען זיך אַפן קאַוטשוק שטעקעלע, וואָס איז אָנגעריבן מיט געוואַנט, האָט מען אָנגערופן נעגאַטיווע, און די אָנלאָדן וועלכע באַקומען זיך אַפ גלאָז, וואָס איז אָנגעריבן מיט לעדער — פּאָזיטיווע[1]. אויב מע פאַרייניקט אין אוואָסער עס איז קערפּער אַלצייגע פּאָזיטיווע און נעגאַטיווע אָנלאָדן, ווײַזט דער קערפּער ניט ארויס קיין עלעקטרישע אייגנשאַפטן.

לאָמיר אָנעלעקטריזירן צוויי הילזעס, וואָס הענגען אַף זײַדענע פעדעם, אָנרירנדיק איינע — מיט אַן אָנגעעלעקטריזירט קאַוטשוקן שטעקעלע, די צווייטע — מיט אַן אָנגעעלעקטריזירט גלעזערן שטעקעלע. באַם דערנעענטערן די דאָזיקע הילזעס ציִען זיי זיך צו איינע צו דער אַנדערער; אָבער, אָנרירנדיק איינע די אַנדערע, בלײַבן זיי הענגען, פּונקט ווי זיי וואָלטן פאַרלאָרן זייער אָנלאָד.


פיג. 3.

**פראַגעס.**

3. אַפן גרונט פון וואָסערע עקספּערימענטן איז פעסטגעשטעלט געוואָרן, אַז עס זײַנען פאַראַן צווייערליי עלעקטרישע אָנלאָדן?
4. וואָסערע צוויי מינים עלעקטרע אַנטשטייען באַם רײַבן?
5. וואָסערע עלעקטרע האָט מען אָנגערופן נעגאַטיווע, וואָסערע — פּאָזיטיווע?

## 6. קעגנזײַטיקע ווירקונג פון אָנלאָדן.

לאָמיר צוטראָגן אַן אָנגעעלעקטריזירט קאַוטשוקן שטעקל צו א פּאַפּירענער הילזע, וועלכע הענגט אַפ א זײַדענעם פאָדעם (פיג. 3).

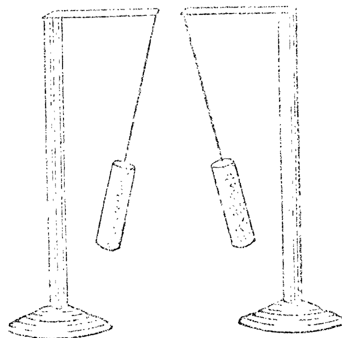
---

1) פּאָזיטיווע אָנלאָדן באַצייכנט מען מיטן צייכן +, נעגאַטיווע — מיטן צייכן —.

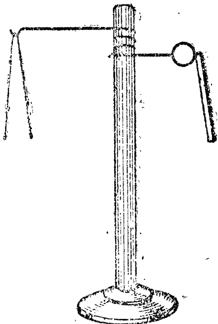
די הילזע ציט זיכ פריִער צו צומ שטעקל, נאָכדעמ, אז זי רירט אָנ דאָס שטעקל, שטויסט זי זיכ אָפּ פונ דעמ. עס ווייַזט אויס, אז די הילזע, אָנרירנדיק דאָס שטעקל, האָט באַקומענ אנ אָנלאָד, א גלייַכנאָמענדיקנ מיט דעמ אָנלאָד, וואָס איז געווענ אפנ שטעקל — א נעגאַטיוונ אָנלאָד. מע קאָנ עס דערווייַזנ, אונטערטראָגנדיק צו דער שוינ אָנגעלאָדענער הילזע אנ אָנגעעלעקטריזירט גלעזערנ שטעקל. די הילזע, וועלכע האָט זיכ נאָרוואָס אָפּגעשטויסנ פונעמ קאַוטשוקנ שטעקל, ציט זיכ צו צומ גלעזערנעמ.

לאָמיר אָנלאָדנ צוויי הילזעס, וואָס הענגענ אפּ זייַדענע פעדעמ, מיט אָנלאָדנ פונ אלציינעמ צייכנ. צוליב דעמ לאָמיר אָנרירנ די הילזעס מיט אנ אָנגעלאָדנ קאַוטשוקנ שטעקעלע. באַמ דערנעענטערנ די פעדעמ, אפּ וועלכע עס הענגענ די הילזעס, באַמערקנ מיר, אז די הילזעס שטויסנ זיכ אָפּ איינע פונ דער אנדערער (פיג. 4).

אפּ א מעטאַלענעמ דראָט, וואָס איז פאַרפעסטיקט אפּ א קאַוטשוקענעמ געשטעל, הענגט א פּאַסיקל פּאַפּיראָס־פּאַפּיר, צונויפגעלייגט אינצווייענ (פיג. 5).



פיג. 4. גלייַכנאָמענדיק אָנגעעלעקטריזירטע הילזעס שטויסנ זיכ אָפּ איינע פונ דער אנדערער.



פיג. 5. די עקנ פונעמ פּאַסיקל צעגייענ זיכ, בייַס מע טראָגט צו אנ אָנגעלאָדנ שטעקעלע.

אויב מיר וועלנ אָנרירנ דאָס דאָזיקע פּאַסיקל מיט אנ אָנגעעלעקטריזירט שטעקעלע, וועלנ ביידע טיילנ פונעמ פּאַסיקל זיכ אָנעלעקטריזירנ אלציינס, און מירנ באַמערקנ, אז די עקנ פונעמ פּאַפּירענעמ פּאַסיקל גייענ אָפּ אייגער פונ דעמ אנדערנ.

אפנ גרונט פונ די דאָזיקע עקספּערימענטנ קאָנ מענ מאַכנ פאָלגנדיקנ אויספיר:

> קערפּערס, וואָס זייַנענ אָנגעלאָדנ מיט גלייַכנאָמענדיקער עלעקטרע, שטויסנ זיכ אָפּ איינער פונעמ אנדערנ; קערפּערס, וואָס זייַנענ אָנגעלאָדנ מיט פאַרשיידנאָמענדיקער עלעקטרע, ציִענ זיכ צו איינער צו דעמ אנדערנ.

## פראגע.

6. ווי־אַזוי ווירקנ קעגנזייַטיק פאַרשיידנאַרטיק אָנגעעלעקטריזירטע קערפּערס?

**7. קולאָנס געזעץ.** דער פראנצויזישער געלערנטער קולאָנ, אויספאָרשנדיק די קעגנזײַטיקע ווירקונג צווישנ עלעקטרישע אָנלאָדנ, האָט פעסטגעשטעלט, אז די קראפט פונ דער קעגנזײַטיקער ווירקונג צווישנ צוויי אָנגעעלעקטריזירטע קערפערס ווענדט זיכ אָנ דער גרייס פונ די אָנלאָדנ, וואָס געפינענ זיכ אפ די דאָזיקע קערפערס, אונ אָנ דעמ אָפשטאנד צווישנ זיי.

וואָס גרעסער עס זײַנענ די אָנלאָדנ, אלצ גרעסער איז די קראפט פונ דער קעגנזײַטיקער ווירקונג צווישנ זיי. לאָמיר אָננעמענ, אז אפ צוויי קײַלעכלעכ, וואָס געפינענ זיכ איינס פונעמ אנדערנ אפ א שטרעקע פונ 1 סמ, האָבנ זיכ געפונענ אָנלאָדנ פונ איינער אונ דער זעלביקער גרייס, אונ די קײַלעכלעכ האָבנ זיכ אָפגעשטויסנ מיט א קראפט, וואָס איז גלײַכ $f$.

אויב מע זאָל דעמ אָנלאָד אפ איינעמ פונ די קײַלעכלעכ פארגרעסערנ אינ עטלעכע מאָל, וועט זיכ פארגרעסערנ פונקט אינ אזויפיל מאָל אויכ די אָפשטויס-קראפט. אויב מע זאָל פארגרעסערנ דעמ אָנלאָד פונעמ צווייטנ קײַלעכל אויכ, וועט זיכ אויכ די אָפשטויס-קראפט פראָפאָרציאָנעל פארגרעסערנ.

הייסט עס, אז די קראפט פונ קעגנזײַטיקער ווירקונג פונ עלעקטרישע אָנלאָדנ ענדערט זיכ פראָפאָרציאָנעל צו דער גרייס פונ די אָנלאָדנ.

אויב מע זאָל פארקלענערנ דעמ אָפשטאנד צווישנ די קײַלעכלעכ, וועלנ מיר באקומענ, ווי קולאָנ האָט פעסטגעשטעלט, אזעלכע רעזולטאטנ: באמ פארקלענערנ דעמ אָפשטאנד אינ 2 מאָל, ווערט פארגרעסערט די קראפט פונ קעגנזײַטיקער ווירקונג אינ 4 מאָל. באמ פארקלענערנ דעמ אָפשטאנד אינ 3 מאָל, וועט זיכ די קראפט פונ קעגנזײַטיקער ווירקונג פארגרעסערנ אינ 9 מאָל.

קולאָנ האָט אויסגעפונענ, אז די קראפט פונ קעגנזײַטיקער ווירקונג איז אומגעקערט-פראָפאָרציאָנעל דעמ קוואדראט פונעמ אָפשטאנד צווישנ די אָנלאָדנ.

בא אנ אנטשפרעכיקנ אויסוואל פונ איינסנ אפ אויסמעסטנ די קראפט אונ די גרייס פונ די אָנלאָדנ, קאָנ מענ די רעזולטאטנ פונ קולאָנס פילצאָליקע עקספערימענטנ אויסדריקנ מיט אזא פאָרמול: $f = \frac{e \cdot e_1}{r^2}$,

ווו $f$ איז די קראפט פונ קעגנזײַטיקער ווירקונג צווישנ די אָנלאָדנ,
$e$ אונ $e_1$ זײַנענ די גרייסנ פונ די אָנלאָדנ,
$r$ איז דער אָפשטאנד צווישנ זיי.

**די קראפט פונ קעגנזײַטיקער ווירקונג פונ עלעקטרישע אָנלאָדנ איז גלײַכ-פראָפאָרציאָנעל דעמ פראָדוקט פונ די אָנלאָדנ אונ אומגעקערט-פראָפאָרציאָנעל דעמ קוואדראט פונעמ אָפשטאנד צווישנ זיי.**

דער דאָזיקער געזעץ הייסט **קולאָנס געזעץ.**

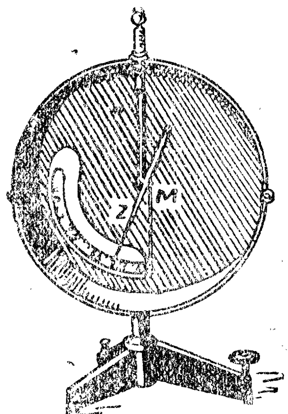
**8. עלעקטראָסקאָפ.** קעדיי צו דערגיינ, אפ וויפל עס איז אָנגעעלעקטריזירט א געוויסער קערפער אונ מיט וואָס פאר אנ אָנלאָד, נוצט מענ עלעקטראָסקאָפנ.

אפ דער פיג. 6. איז אָנגעצייכנט אנ עלעקטראָסקאָפ. ער באשטייט פונ א מעטאלנ שטעקל $A$, צו וועלכנ עס זײַנענ צוגעפעסטיקט אפ העקלעכ צוויי פאפירענע

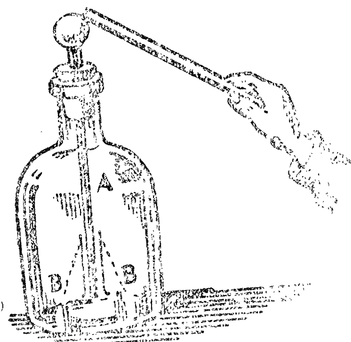
פאסיקלעכ *B*. דאָס שמעקל איז ארײַנגעשטעלט מיט דער הילפ פונ אנ עבאָניטענעמ פראָפנ אינעווייניק אינ א גלעזערנער קיילע אָדער אינ א מעטאלענער קיילע מיט גלעזערנע פענצטעלעכ.

אויב מע זאָל אָנלאָדנ דאָס שטעקל פונעמ עלעקטראָסקאָפ, וועלנ זיכ אָנעלעקטריזירנ אויכ די פאפירענע פאסיקלעכ. די אָנגעעלקטריזירטע פאסיקלעכ, אָפשטויסנדיק זיכ איינס פונעמ אנדערנ, צעגייענ זיכ אפ א גרעסערנ אָדער קלענערנ ווינקל.

אז מירנ צו אנ אָנגעלאָדענעמ עלעקטראָסקאָפ צוטראָגנ א קערפער, וואָס איז אָנגעלאָדנ מיט א גלײַכנאָמענדיקנ אָנלאָד, וועלנ די פאסיקלעכ פונעמ עלעקטראָסקאָפ זיכ פאנאנדערגיינ אפ א גרעסערנ ווינקל. אונ אז מירנ צוטראָגנ צומ




פיג. 7. עלעקטראָסקאָפ.




פיג. 6. עלעקטראָסקאָפ.

עלעקטראָסקאָפ א קערפער, וואָס איז אָנגעלאָדנ מיט א פארשיידנאָמענדיקנ אָנלאָד, וועט דער ווינקל צווישנ די פאסיקלעכ זיכ פארקלענערנ. הייסט עס, מיט דער הילפ פונעמ עלעקטראָסקאָפ קאָנ מענ באשטימענ, מיט וואָס פאר אנ אָנלאָד איז אָנגעעלעקטריזירט דער אָדער יענער קערפער.

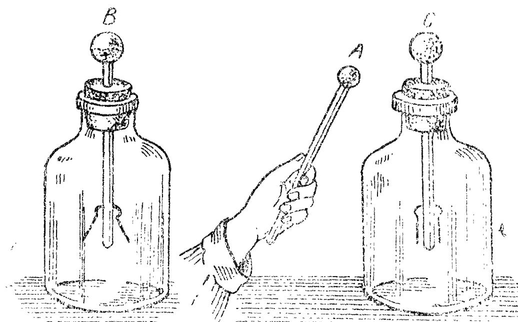
באמ עלעקטראָסקאָפ, וואָס איז אָנגעצייכנט אפ דער פיג. 7, איז אינעמ מעטאלענעמ שיידל אָנשטאָט פאפירענע פאסיקלעכ צוגעפעסטיקט אפ אנ אקס, וועלכע גייט דורכ דורכנ מיטנ, א לײַכטער ווײַזער *Z*.

באמ אָנלאָדנ דאָס שטעקל *M* שטויסט זיכ דער ווײַזער פונ אימ אָפ אפ א ווינקל פונ א באשטימטער גרייס, אָפהענגיק פונ דער גרייס פונ דעמ אָנלאָד.

**9. זורכפירערס אונ איזאָליאטערס.** לאָמיר אָנלאָדנ ווי ווײַט מעגלעכ שטארקער אנ עלעקטראָסקאָפ מיט פאפירענע בלעטלעכ אונ לאָמיר צוטראָגנ צומ קײַלעכל פונעמ עלעקטראָסקאָפ א ניט קיינ אָנגעלאָדנ קליינ מעטאלנ קײַלעכל *A*, וואָס איז פארפעסטיקט אפ א קאוטשוקנ הענטל (פיג. 8).

אויב מע זאָל אָנרירנ דאָס קײַלעכל פונעמ עלעקטראָסקאָפ מיט דעמ דאָזיקנ קײַלעכל, וועט א טייל אָנלאָד פונעמ עלעקטראָסקאָפ אריבערגיינ אפנ קײַלעכל *A*. דאָס קאָנענ מיר דערווײַזנ, אריבערטראָגנדיק דאָס קײַלעכל *A* אפ אנ אנדער ניט קיינ אָנגעלאָדענעמ עלעקטראָסקאָפ *C* (פיג. 8).

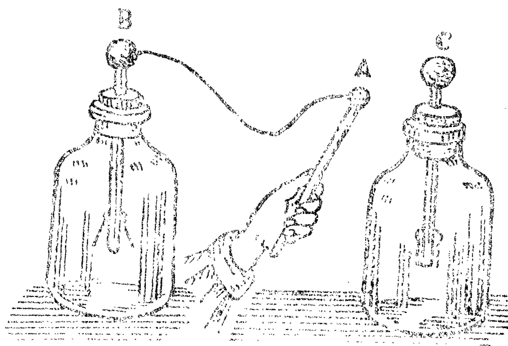
אפ אזא אויפנ קאָנענ מיר, אָנרירנדיק מיטנ קײַלעכל $A$ דאָ דעמ, דאָ יענעמ עלעקטראָסקאָפּ, אריבערטראָגנ דעמ אָנלאָד פונ דעמ ערשטנ עלעקטראָסקאָפּ אפנ צווייטנ. אינ גאנג פונעמ אריבערטראָגנ דעמ אָנלאָד פונ איינ עלעקטראָסקאָפּ אפנ צווייטנ, קאָנ מענ באמערקנ, אז די בלעטעלעכ פונ איינ עלעקטראָסקאָפּ $B$ גייענ זיכ צונויפ אונ פונעמ צווייטנ $C$ צעגייענ זיכ, ביז ביידע עלעקטראָסקאָפּנ וועלנ ניט זײַנ אָנגעלאָדנ אלצייגס.




פיג. 8. דאָס אריבערטראָגנ אנ אָנלאָד.

לאָמיר אָפּרוקנ די עלעקטראָסקאָפּנ ווי ווײַט מעגלעכ ווײַטער איינעמ פונעמ אנדערנ אונ לאָמיר צומ קײַלעכל פונ איינעמ פונ זיי $B$ צובינדנ א טרוקענעמ לײַנענעמ פאָדעמ פונ אזא לענג, אז מע זאָל מיט אימ קאָנענ דערלאנגענ צומ צווייטנ עלעקטראָסקאָפּ $C$. דעמ פרײַענ עק פאָדעמ לאָמיר צובינדנ צומ קײַלעכל $A$, וואָס אפנ קאוטשוקענעמ הענטל (פיג. 9).

לאָמיר אָנלאָדנ דעמ עלעקטראָסקאָפּ $B$ אונ לאָמיר א קוק טונ, צי קאָנ מענ ניט איבערגעבנ דורכנ פאָדעמ דעמ אָנלאָד פונעמ עלעקטראָסקאָפּ $B$ אפנ עלעקטראָסקאָפּ $C$. אָנרירנדיק מיטנ קײַלעכל $A$, וואָס מיטנ פאָדעמ, דעמ עלעקטראָסקאָפּ $C$, באמערקנ מיר, אז די בלעטעלעכ פונעמ עלעקטראָסקאָפּ $B$ דערנענטערנ זיכ אביסל, פארקערט די בלעטעלעכ פונ $C$ גייענ זיכ פאנאנדער. הייסט עס, אז א טייל אָנלאָד פונ עלעקטראָסקאָפּ $B$ איז אריבערגעגאנגענ אפנ עלעקטראָסקאָפּ $C$.



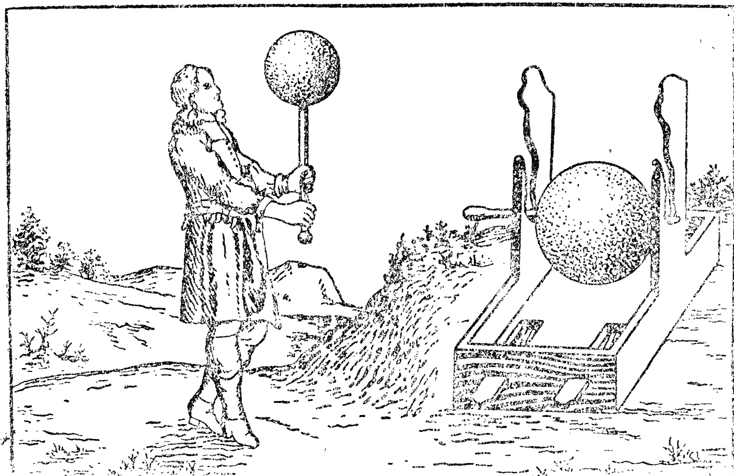

פיג. 9. דאָס איבערגעבנ אנ אָנלאָד דורכ א לײַנענעמ פאָדעמ.

די דאָזיקע איבערגעבונג פונ אנ אָנלאָד פונ איינ קערפּער צו א צווייטנ האָט דער ערשטער באאָבאכטעט אָטאָ העריקע, וועלכער האָט קאָנסטרוירט א מאשינ אפ באקומענ עלעקטרע.

העריקעס מאשינ איז באשטאנענ פונ א גרויסנ קײַלעכ (פיג. 10), וואָס איז געווענ געמאכט פונ שוועבל אונ וואָס האָט זיכ געדרייט אפ א הילצערנעמ שטאנג. באמ דרייענ דעמ קײַלעכ פלעגט העריקע אָנרײַבנ אימ מיט די הענט. אזא קײַלעכ האָט זיכ עלעקטריזירט אסאכ שטארקער, איידער די שטיקלעכ בורשטינ, מיט וועלכע עס האָט געמאכט זײַנע עקספּערימענטנ דושילבערט.

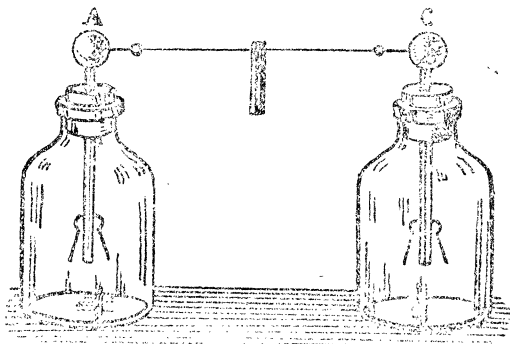
העריקע האָט באמערקט, אז בייס מע רײַבט אָנ דעמ קײַלעכ אינ א פינצטערנ צימער, לײַכט ער אונ דאָס לײַכטנ ווערט באגלייט מיט א שטילנ קנאקנ.

בא איינעמ אנ עקספּערימענט האָט העריקע פעסטגעשטעלט, אז עלעקטרע קאָנ זיכ איבערגעבנ דורכ א לײַנענעמ פאָדעמ. די אויספאָרשונגענ פונ אנדערע געלערנטע, וועלכע האָבנ געפּרוּווט איבערגעבנ עלעקטרע פונ א מאשינ אױפ א געוויסער שטרעקע, האָבנ פעסטגעשטעלט, אז פארשיידענע שטאָפנ פירנ דורכ עלעקטרע פארשיידנ.



פיג. 10. אָטאָ העריקעס מאשינ. פונ רעכטס — דער אויסזענ פינ דער מאשינ. פונ לינקס — דער שוועבל-קײַלעכ, אראָפּגענומענ פונ דער מאשינ צוליב עקספּערימענטנ.

לאָמיר צונויפפירנ די עלעקטראָסקאָפּנ $A$ אונ $C$ (פיג. 11) אביסל נעענטער, אונ אָנלאָדנדיק איינעמ פונ זיי, וועלנ מיר פאריייניקנ זייערע קײַלעכלעכ דורכ דראָטנ אונ פלאַסטינקעס פונ פארשיידענע מאטעריאלנ. דערבײַ איז לײַכט פעסטצושטעלנ, אז דורכ מעטאלענע דראָטנ גייענ די אָנלאָדנ יאָ דורכ, אָבער דורכ א קאוטשוקנ שטעקעלע אָדער דורכ זײַדענע פעדעמ גייענ די אָנלאָדנ ניט דורכ.

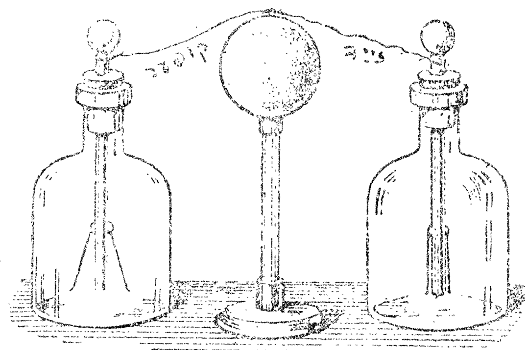



פיג. 11.

קערפערס, דורכ וועלכע אָנלאָדנ גיבנ זיכ איבער פונ איינ פונקט צו אנ אנדערנ, הייסנ דורכפירערס, אונ קערפערס, דורכ וועלכע אָנלאָדנ גיבנ זיכ ניט איבער, הייסנ איזאָליאטערס [1] (געמ. 12).

[1] איזאָליאטערס — פונ איטאליענישנ וואָרט איזאָליארע — אייגזאמ מאכנ.

קעדיי א דורכפירער זאָל איינהיטנ דעם באַקומענעם אָנלאָד, טיילט מענ אימ אָפּ פונ אנדערע דורכפירערס מיט איזאָליאַטערס. ביישפּילנ פונ אזא איזאָליאַציע האָבנ מיר געזענ בא די עקספּערימענטנ. פּאַפּירענע הילזעס זיינענ אופגעהאַנגענ געוואָרנ אָפּ זיידענע פעדעמ, פאַרשיידענע מאַכשירימ זיינענ איינגעשטעלט געוואָרנ אָפּ געשטעלנ, געמאַכטע פונ איזאָליאַטערס: פונ קאַוטשוק אָדער פונ גלאָז.

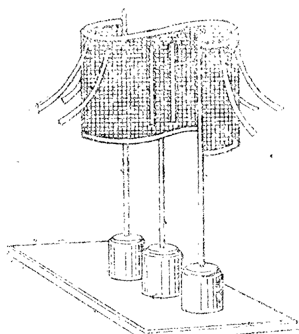


פיג. 12. א דורכפירער און אן איזאָליאַטער.

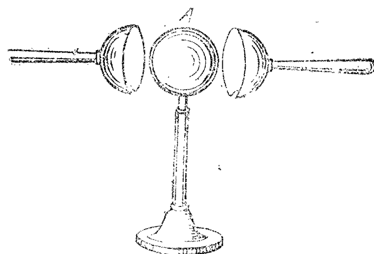
ס'איז נייטיק אָפּצומערקנ, אז קיינ פולקומע איזאָליאַטערס זיינענ ניטאָ.

**10. די פאַנאַנדערטיילונג פונ עלעקטרע אָפּ דורכפירערס.** לאָמיר אָנלאָדנ אנ איזאָלירטנ מעטאַלענעמ קיילעכ $A$ (פיג. 13), אונ אָנעמענדיק פאַר די גלעזערנע הענטלעכ צוויי מעטאַלענע האַלבקיילעכנ, לאָמיר צודעקנ דעמ קיילעכ אזוי, אז די האַלבקיילעכנ זאָלנ אימ באַרירנ. נאָכדעמ לאָמיר צונעמענ די האַלבקיילעכנ. אויספאָרשונגענ מיט דער הילפ פונ אנ עלעקטראָסקאָפּ וועלנ באַווייזנ, אז דער קיילעכ $A$ האָט זיכ אויסגעלאָדנ, אונ די האַלבקיילעכנ האָבנ זיכ אָנגעלאָדנ.

אָפּ דער פיג. 14 איז אָנגעצייכנט א נעצ פונ דינע בייגעוודיקע דראָטנ, וואָס איז פאַרפעסטיקט אָפּ



פיג. 14.

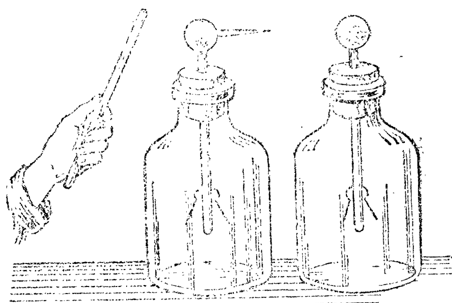



פיג. 13.

איזאָלירנדיקע געשטעלנ. לענגויס דער נעצ פונ ביידע זייטנ זיינענ אָנגעקלעפּט פּאַפּירענע פּאַסיקלעכ. אויסביייגנדיק די נעצ, קאָנ מענ איר צוגעבנ א באַליביקע פאָרמ. אז מיר אָנלאָדנ די נעצ מיט עלעקטרע, וועלנ זיכ די פּאַפּירענע פּאַסיקלעכ אָפּ די אררויסגעבויגענע זייטנ אָפּשטויסנ פונ דער נעצ, אָבער אָפּ די אריינגעבויגענע וועלנ זיי בלייבנ אינ דער פריערדיקער לאַגע. דער דאָזיקער עקספּערימענט באַווייזט, אז די עלעקטרע איז פאַרטיילט בלויז אָפּ דער אויסערלעכער אויבערפלאַכ.

**אין דורכפירערס איז עלעקטרע פארטיילט בלויז אפ דער אויסערלעכער אויבערפלאך.**

אזא פארטיילונג פון עלעקטרע אפ דער אויבערפלאך פון א דורכפירער דער־קלערט זיך מיט דעם, וואָס די טיילעכלעך פון גלייכנאָמענדיקער עלעקטרע, אָפּשטויסנ־דיק זיך איינס פונעם אנדערנ, פארנעמען די סאמע עקסטע לאגע — די אויסערלעכע אויבערפלאך פונעם דורכפירער. פון דער דרויסנדיקער אויבערפלאך שטרעבן זיי אויך צו דערווייטערן זיך, נאָר דאָס צו טון שטערט זיי די לופט, וואָס איז אן איזאָליאטער.



פיג. 15.

די אָנלאָדנ ווערנ פארטיילט אפ דער אויבערפלאך פון דורכפירערס ניט שטענדיק גלייכמעסיק. עקס־פערימענטנ באווייזנ, אז וואָס שאר־פער עס זיינענ די עקנ פון דורכפירער, אלץ א גרעסערער סכום עלעקטרע קומט אָנ אפ יעדער קוואדראטנ סאנטימעטער פון דער אויבערפלאך פונעם דורכפירער.

אויב מע זאָל שטארק אָנ־עלעקטריזירנ אוואָסער עס איז קער־פער, וואָס האָט אפ זיינ אויבערפלאך א שארפנ שפיצ, וועט אפ יעדער קוואד־ראטנ סאנטימעטער פון דער שפיצ־אויבערפלאך אָנקומענ א גרויסער סכום עלעקטרע; די טיילנ לופט, וואָס באַרירנ דעם שפיצ, ווערנ שטארק אָנגעלאָדנ און אָפּשטויסנדיק זיך פונעם שפיצ, נעמענ זיי צו מיט זיך דעם אָנלאָד פונעם שפיצ. מירנ באמערקנ לעבנ שפיצ א באוועגונג פון אָנגעלאָדענע טיילעכלעך לופט — „אנ עלעקטרישנ" ווינט. ער קאָנ אָנלאָדנ א ניט קיינ אָנגעלאָדענעם קערפער, וואָס שטייט לעבנ דעם שפיצ (פיג. 15).

**פראגעס.**

7. וויאזוי ווערנ פארטיילט עלעקטרישע אָנלאָדנ אפ דורכפירערס?
8. מיט וואָס דערקלערט זיך, וועס עלעקטרישע אָנלאָדנ ווערנ פארטיילט בלויז אפ דער אויסערלעכער אויבערפלאך פון א דורכפירער?
9. צי ווערט עלעקטרע פארטיילט אפ דורכפירערס גלייכמעסיק?

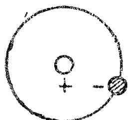
## 11. עלעקטרישער געבוי פונ מאטעריע.

אלע קערפערס באשטייענ פונ מאָלעקולעס; די מאָלעקולעס באשטייענ פונ נאָך קלענערע טיילנ — אטאָמענ. א לאנגע צייט האָט מענ געהאלטנ דעם אטאָם פארנ קלענסטנ טיילעכל, וואָס לאָזט זיך שוינ ניט טיילנ. בא היינטיקנ טאָג איז פעסטגעשטעלט, אז ניט נאָר מע קאָנ דעם אטאָם צעטיילנ אפ קלענערע טיילנ, נאָר עס איז אפילע באוויסט דער געבוי פונעם אטאָם.

אינ 1913 יאָר האָבנ דער ענגלישער פיזיקער ראָזערפאָרד און דער דע־נישער פיזיקער באָר אויסגערוקט א טעאָריע, וועגנ דעם, אז אטאָמענ פונ יעטווי־

דער שטאָפ באשטייענ פונ פראָטאָנענ אונ עלעקטראָנענ. פראָטאָנענ אונ עלעקטראָנענ זײַנענ די קלענסטע טײלעכלעכ מאטעריע, וואָס זײַנענ בא הײַנטיקנ טאָג באוווּסט. פראָטאָנ איז דאָס סאמע קלענסטע טײלעכל פּאָזיטיווע עלעקטרע. עלעקטראָנ איז דאָס קלענסטע טײלעכל נעגאטיווע עלעקטרע.

די מאסע פונ אנ עלעקטראָנ איז אנ ערעכ אינ 2000 מאָל קלענער, אײדער די מאסע פונ אנ אטאָמ וואסערשטאָפ. די מאסע פונ א פראָטאָנ איז קלענער, אײדער די מאסע פונ אנ אטאָמ וואסערשטאָפ אפ דער גרײס פונ דער מאסע פונ אנ עלעקטראָנ.


פיג. 16.
געבוי פונ אנ אטאָמ וואסערשטאָפ.

פונ פארשײדענע קאָמבינאציעס פונ פראָטאָנענ אונ עלעקטראָנענ זײַנענ געבויט אלע אטאָמענ פונ פארשײדענע שטאָפנ.

דעמ סאמע אײנפאכסטנ געבוי האָט א וואסערשטאָפ־אטאָמ. ער באשטײט פונ אײנ פראָטאָנ אונ אײנ עלעקטראָנ. אינ צענטער פונעמ אטאָמ געפינט זיכ א פארהעלטניסמעסיק־מאסיווער פראָטאָנ, אונ ארומ אימ באוועגט זיכ דער עלעקטראָנ (פיג. 16). אז דער עלעקטראָנ באוועגט זיכ ארומ דעמ פראָטאָנ, האלט אימ אופ די צוציִונג, וועלכע עקזיסטירט צווישנ פארשײדנאָמענדיקע אָנלאָדנ. אזויווי דער אטאָמ וואסערשטאָפ, אינגאנצנ גענומענ, ווײַזט ניט ארויס קײנ אָנלאָדנ, זײַנענ דעריבער די אָנלאָדנ פונ דעמ פראָטאָנ אונ עלעקטראָנ גלײַכע.

די אטאָמענ פונ אנדערע עלעמענטנ, וואָס האָבנ א מער קאָמפּליצירטנ געבוי, באשטײענ פונ א פּאָזיטיוו אָנגעלאָדענעמ צענטראלנ יאָדער אונ פונ עלעקטראָנענ, וואָס דרײענ זיכ ארומ אימ; די צאָל עלעקטראָנענ אינ אנ אטאָמ איז גלײַכ דער צאָל פראָטאָנענ, אונ דעריבער ווײַזט אנ אטאָמ בא געוויינלעכע באדינגונגענ ניט ארויס קײנ עלעקטרישע אָנלאָדנ.

פראגעס.

10. וואָס איז אזוינס א פראָטאָנ אונ אנ עלעקטראָנ?
11. וואָס פאר א געבוי האָט אנ אטאָמ וואסערשטאָפ?

**12. די דערקלערונג פונ עלעקטריזאציע־דערשײַנונגענ אפנ גרונט פונ דער עלעקטראָנענ־טעאָריע וועגנ דעמ געבוי פונ מאטעריע.** אויב מע זאָל אָנרײַבנ קאוטשוק מיט פוטער, וואָס איז פארפעסטיקט אפ אנ איזאָלירנדיקנ הענטל, קאָנ מענ זיכ איבערצײַגנ, אז עס עלעקטריזירנ זיכ סײַ דער קאוטשוק, סײַ דער פוטער, אָבער זײער עלעקטריזאציע איז א קעגנזעצלעכע: דער קאוטשוק עלעקטריזירט זיכ נעגאטיוו, אונ דער פוטער — פּאָזיטיוו. אויב מע זאָל דעמ קאוטשוק אונ דעמ פוטער צוטראָגנ צו אנ עלעקטראָסקאָפּ אײנצײַטיק, וועט דער עלעקטראָסקאָפּ ניט ארויסווײַזנ קײנ עלעקטריזאציע. די דאָזיקע דערשײַנונג קאָנ מענ דערקלערנ אפ אזא אויפנ.

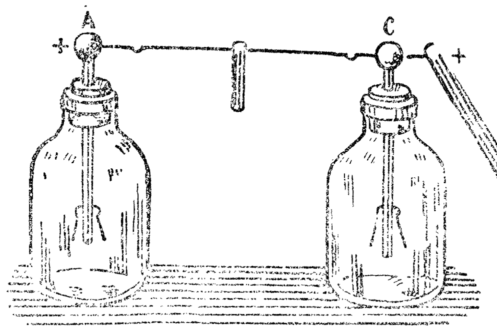
אינ אטאָמענ פונ פארשײדענע עלעמענטנ זײַנענ פאראנ עלעקטראָנענ, וועלכע זײַנענ צוליב דעמ פארהעלטניסמעסיק ווײַטנ אָפּשטאנד פונעמ צענטראלנ יאָדער ווײניק אונטערגעוואָרפנ דער ווירקונג פונעמ יאָדער. די דאָזיקע עלעקטראָנענ

טיילנ זיכ לײַכט אָפּ פונ זייערע אטאָמענ באַם רײַבנ דעמ קערפּער אונ אויכ איבער אסאכ אנדערע סיבעס. אינ מעטאלנ קאָנענ זיי זיכ איבערוקנ צווישנ די אטאָמענ אונ מאָלעקולעס. אויב דער קערפּער איז ניט אָנגעלאָדנ, נייטראליזירנ באַ אימ די ווירקונגענ פונ פּאָזיטיווע אָנלאָדנ די ווירקונגענ פונ נעגאטיווע. אויב די אטאָמענ פונעמ קערפּער פארלירנ באַ געוויסע באַדינגונגענ א טייל עלעקטראָנענ, עלעקטריזירט זיכ דער קערפּער פּאָזיטיוו. באַם רײַבנ א קאוטשוקנ שטעקעלע אָנ פוטער גייט אריבער א טייל עלעקטראָנענ פונעמ פוטער אפנ קאוטשוק, אונ אזויווי קאוטשוק איז אנ איזאָליאטער, בלײַבנ זיי אפ אימ. דער קאוטשוק עלעקטריזירט זיכ נעגאטיוו. דאָס פוטער אָבער פארלירט א טייל עלעקטראָנענ אונ ווערט אָנגעעלעקטריזירט פּאָזיטיוו. באַם רײַבנ גלאָז אָנ לעדער גיט אָפּ דאָס גלאָז א טייל פונ זײַנע עלעקטראָנענ דעמ לעדער, דעריבער עלעקטריזירט זיכ דאָס גלאָז פּאָזיטיוו אונ דער לעדער—נעגאטיוו.

פ ר א ג ע.

12. וויאזוי קאָנ מענ דערקלערנ די דערשײַנונג פונ עלעקטריזאציע באַם רײַבנ?

**13. עלעקטריזאציע דורכ ווירקונג.** אז מע דערנעענטערט צו אנ עלעקטראָסקאָפּ אנ אָנגעלאָדנ גלעזערנ שטעקעלע, קאָנ מענ באמערקנ, אז נאָכ איידער דאָס שטעקעלע האָט אָנגערירט דעמ עלעקטראָסקאָפּ, זײַנענ זיכ שוינ זײַנע בלעטעלעכ פאנאנדערגעגאנגענ. לאָמיר צוטראָגנ צומ עלעקטראָסקאָפּ אנ אָנגעלאָדנ שטעקעלע, נאָר ניט אָנרירנ מיטנ שטעקעלע דאָס קײַלעכל פונעמ עלעקטראָסקאָפּ. די בלעטעלעכ וועלנ זיכ פאנאנדערגיינ — הייסט עס, דער עלעקטראָסקאָפּ איז אָנגעלאָדנ. לאָמיר צונעמענ דאָס שטעקעלע פונעמ עלעקטראָסקאָפּ. די בלעטעלעכ פאלנ אראָפּ.




פיג. 17.

לאָמיר פאנאנדערקלײַבנ, פונוואנענ נעמענ זיכ די אָנלאָדנ אפנ עלעקטראָסקאָפּ אונ ווו קומענ זיי אהינ. לאָמיר פארייניקנ צוויי עלעקטראָסקאָפּנ דורכ א שטיקל דראָט, וואָס האָט אינמיטנ א קאוטשוקנ הענטל. לאָמיר צוטראָגנ (נאָר ניט אָנרירנ) צו איינעמ פונ די עלעקטראָסקאָפּנ אנ אָנגעלאָדנ שטעקעלע. ביידע עלעקטראָסקאָפּנ ווערנ אָנגעלאָדנ (פיג. 17). אויב מע זאָל צונעמענ דאָס אָנגעלאָדענע שטעקעלע, ווערנ די עלעקטראָסקאָפּנ אויסגעלאָדנ; דאָס האָבנ מיר געזענ שוינ פריער באַ איינ עלעקטראָסקאָפּ. לאָמיר איבערכאזערנ דעמ עקספּערימענט, אָבער בייס די עלעקטראָסקאָפּנ ווערנ אָנגעלאָדנ, וועלנ מיר צונעמענ דעמ דראָט, וואָס פארייניקט זיי. איצטער באַם דערווײַטערנ דאָס אָנגעלאָדענע שטעקעלע בלײַבנ ביידע עלעקטראָסקאָפּנ אָנגעלאָדנ. לאָמיר פארייניקנ די עלעקטראָסקאָפּנ מיט א דראָט — זיי ווערנ ווידער ניט קיינ אָנגעלאָדענע.

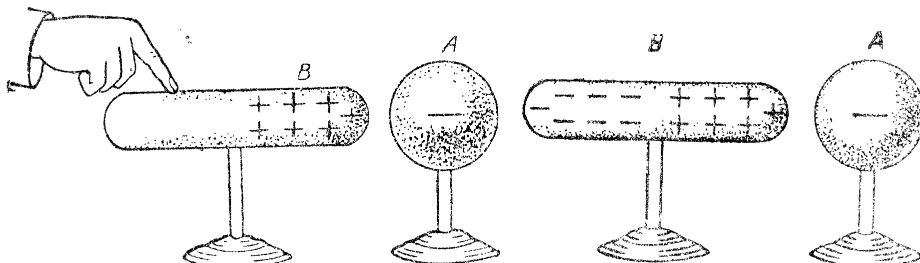
איז וווהינ זײַנענ דאָס אהינגעקומענ די אָנלאָדנ פונ די עלעקטראָסקאָפּנ?

אוועקגיינ האָבנ זיי ניט געקאָנט, ווײַל באם פארייניקנ זיי מיט א דראָט האָבנ מיר דעם דראָט געהאלטנ פארנ קאוטשוקנ הענטל, אונ קאוטשוק איז אנ איזאָליאטער. בלײַבט בלויז דערלאָזנ, אז די אָנלאָדנ אפ די עלעקטראָסקאָפנ זײַנענ געווענ ניט פונ איינעם אונ דעם זעלביקנ צייכנ, אונ באם פארייניקנ די עלעקטראָסקאָפנ האָט די ווירקונג פונ איינ אָנלאָד פארניכטעט די ווירקונג פונ דעם אנדערנ.

מירנ איבערכאזערנ דעם עקספערימענט, אונ דעמלט ווענ די עלעקטראָסקאָפנ זײַנענ ניט פארייניקט, וועלנ מיר צוטראָגנ צו זיי לויט דער ריי אנ אָנגעלאָדנ גלעזערנ שטעקעלע. עס ווײַזט זיכ ארויס, אז דער עלעקטראָסקאָפ, וואָס איז נעענטער צום שטעקעלע, איז אָנגעלאָדנ נעגאטיוו, אונ דער מער דערווײַטערטער — פאָזיטיוו.

**באם דערנעענטערנ אנ אָנגעלאָדענעם קערפער צו א דורכפירער ענדערט זיכ די פארטיילונג פונ די עלעקטרישע אָנלאָדנ אינעם דורכפירער: אפנ עק פונעם דורכפירער, וואָס איז נעענטער צום אָנגעלאָדענעם קערפער, ווערט ארויסגערופנ פארשיידנאָמענדיקע עלעקטרע, אונ אפנ דערווײַטערטנ עק — עלעקטרע פונעם זעלבנ צייכנ. ביידע מינים עלעקטרע ווערנ ארויסגערופנ אינ גלײַכע סכומענ.**

אזא אָנלאָדונג ווערט אָנגערופנ **עלעקטריזאציע דורכ ווירקונג**. עלעקטריזאציע דורכ ווירקונג קאָנ דערקלערט ווערנ אזוי: באם צוטראָגנ א נעגאטיוו-אָנגעלאָדענעם קערפער $A$ צו ניט קיינ אָנגעלאָדענעם דורכפירער $B$ (פיג. 18) ווערנ אינ דעם לעצטנ די פרײַע עלעקטראָנענ אָפגעשטויסנ פונ דעם נעגאטיוונ אָנלאָד




פיג. 19. פיג. 18.

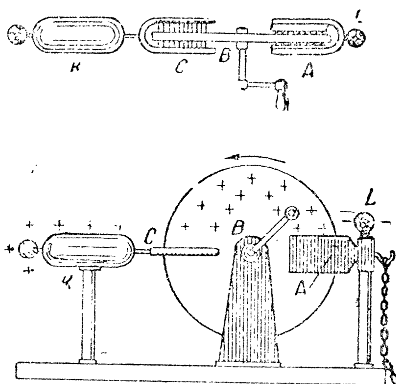
פונעם קערפער $A$; זיי רוקנ זיכ איבער צום קעגנזעצלעכנ עק. איינ עק פונעם קערפער $B$ וועט זיכ אָנעלעקטריזירנ **פאָזיטיוו**, דער צווייטער — **נעגאטיוו**. אויב מע זאָל צונעמענ דעם קערפער $A$ וועלנ די איבערגערוקטע עלעקטראָנענ אינעם קערפער $B$ זיכ ווידער צוציִענ צו די פאָזיטיוו-אָנגעלאָדענע טיילנ פונ די אטאָמענ, אונ דער דורכפירער $B$ וועט ווערנ ניט קיינ אָנגעלאָדענער. אויב מע זאָל אפנײַ דערנעענטערנ צום קערפער $B$ דעם קערפער $A$, פארייניקנ דעם קערפער $B$ מיט דער ערד, באַרירנדיק כאָטש מיטנ פינגער דעם קערפער $B$, וועלנ די עלעקטראָנענ, שטרעבנדיק ווי ווײַט מעגלעכ אָפצושטויסנ זיכ פונעם קערפער $A$, אוועקגיינ אינ דער ערד (פיג. 19). אפנ קערפער $B$ וועלנ פעלנ עלעקטראָנענ; ער וועט זײַנ אָנגעלאָדנ פאָזיטיוו.

אז מירנ איצט אָפּטיילנ דעמ קערפּער $B$ פונ דער ערד, אונ איינצײַטיק אָפּרוקנ דעמ קערפּער $A$, בלײַבט דער קערפּער $B$ אָנגעלאָדנ בלויז מיט אײנ פּאָזיטיווער עלעקטרע.

**פ ר א ג ע ס.**

13. איג וואָס באשטייט די דערשײַנונג פונ עלעקטריזאציע דורכ ווירקונג ?
14. וויאַזוי קאָנ מענ דערקלערנ עלעקטריזאציע דורכ ווירקונג ?
15. צו אנ עלעקטראָסקאָפּ האָט מענ דערנעענטערט א פּאָזיטיוו אָנגעלאָדנ גלעזערנ שטעקל. וואָס פאַר אנ אָנלאָדנ וועלנ אנטשטיינ אפנ קײַלעכל פונעמ עלעקטראָסקאָפּ אונ אפ זײַנע בלעטלעכ?

**14. עלעקטרישע מאשינ.** אפ צו באקומענ גרויסע אָנלאָדנ עלעקטרע נוצט מענ ספּעציעלע מאשינעס. איינע פונ אזעלע איינפאכסטע לויט איר געבוי מאשינעס איז „די עלעקטרישע מאשינ מיט רײַבונג" (פיג. 20). זי באשטייט פונ א גלעזערנעמ דיסק $B$, וואָס דרייט זיכ אפ אנ אקס מיט דער הילפ פונ א הענטל. פונביידע זײַטנ פונעמ קרײַז געפינענ זיכ צוויי לעדערנע קישעלעכ $A$, וואָס זײַנענ באַדעקט מיט בלײַענער אָדער צינקענער אמאלגאמע. באמ דרייענ רײַבט זיכ דאָס גלאָז אָנ דער אמאלגאמע אונ עלעקטריזירט זיכ פּאָזיטיוו; די קישעלעכ אונ דער קאָנדוקטער (דורכפירער) $L$, וואָס איז מיט זיי פארייניקט, — נעגאטיוו.




פיג. 20. עלעקטרישע מאשינ.

דער גלעזערנער דיסק גייט דורכ באמ דרייענ זיכ צווישנ די שפּיצנ פונ א מעטאלענעמ גאָפּל $C$, וועלכער איז פארייניקט מיטנ קאָנדוקטער $K$. די פּאָזיטיווע אָנלאָדנ אפנ דיסק עלעקטריזירנ דורכ ווירקונג דעמ קאָנדוקטער $K$ פּאָזיטיוו אונ די שפּיצנ פונעמ גאָפּל $C$—נעגאטיוו. די נעגאטיווע עלעקטרע פונעמ גאָפּל רינט אראָפּ פונ די שפּיצנ אפנ גלעזערנעמ דיסק, וווּ זי פארייניקט זיכ מיט די פּאָזיטיווע אָנלאָדנ.

אזויארומ קלײַבט זיכ אָנ אפנ קאָנדוקטער $L$ א נעגאטיווער אָנלאָד אונ אפנ קאָנדוקטער $K$—א פּאָזיטיווער.

אינ דער פּראקטיק נוצט מענ אָפּט א מאשינ, וואָס איז קאָמפּליצירטער לויט איר געבוי (פיג. 21).

**פ ר א ג ע ס.**

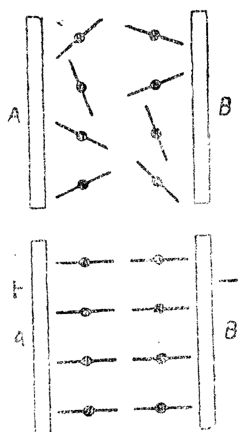
16. פונ וואָסערע טיילנ באשטייט אנ עלעקטרישע רײַב-מאשינ ?
17. וויאַזוי קאָנ מענ דערקלערנ די אָנזאמלונג פונ אָנלאָדנ אפ די קאָנדוקטערס פונ דער מאשינ ?

**15. עלעקטריש פעלד.** אז מיר פּראָגנ צו אנ אָנגעלאָדנ קאוטשוקנ שטעקעלע צו א הילזע, וואָס הענגט אפ א זײַדענעמ פאָדעמ, באמערקנ מיר, אז די הילזע הייבט אָנ זיכ צוציִענ צומ שטעקעלע נאָר דאנ, ווענ דאָס שטעקעלע געפינט זיכ

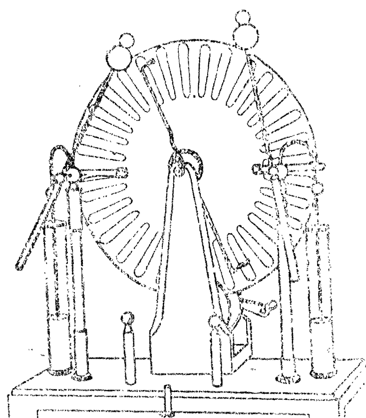
גענוג ווײַט פונ איר. אָנרירנדיק דאָס שטעקעלע, שטויסט זיכ די הילזע אָפּ פונ אימ. דערבײַ ווײַזט זיכ ארויס אויכ די דאָזיקע אָפּשטויסונג אפּ א געוויסנ אָפּשטאנד פונעמ שטעקעלע. די בלעטעלעכ פונ אנ עלעקטראָסקאָפּ גייענ זיכ פאנאנדער באמ צוטראָגנ אנ אָנגעלאָדנ שטעקעלע צו זײַנ קײַלעכל, כאָטש דאָס שטעקעלע האָט דעמ עלעקטראָסקאָפּ נאָכ ניט אָנגערירט.

לאָמיר צוטראָגנ צו אנ אָנגעלאָדענעמ קײַלעכ גלײַכנאָמענדיק־אָנגעלאָדענע קײַלעכלעכ, וואָס הענגענ אפּ זײַדענע פעדעמ; מיר וועלנ באמערקנ, אז די קײַלעכלעכ שטויסנ זיכ אָפּ, דערבײַ איז די דאָזיקע אָפּשטויסונג אלצ גרעסער, וואָס נעענטער מיר באמיִענ זיכ צוטראָגנ דאָס קײַלעכל.

די דאָזיקע עקספּערימענטנ דערווײַזנ, אז די ווירקונג פונ עלעקטרע ווײַזט זיכ ארויס ניט בלויז דירעקט לעבנ דעמ אָנגעלאָדענעמ קערפּער, נאָר אויכ אפּ א געוויס אָפּשטאנד פונ אימ.




פיג. 22.



פיג. 21. עלעקטרישע מאשינ.

לאָמיר אוועקשטעלנ צווישנ צוויי איזאָלירטע מעטאלענע פּלאסטינקעס $A$ אונ $B$ (פיג. 22) עטלעכע קלייניקע פּאפּירענע ווײַזערלעכ, וועלכע דרייענ זיכ לײַכט אפּ שארפע שפּיצנ, וואָס זײַנענ אײַנגעפעסטיקט אפּ איזאָלירטע געשטעלנ.

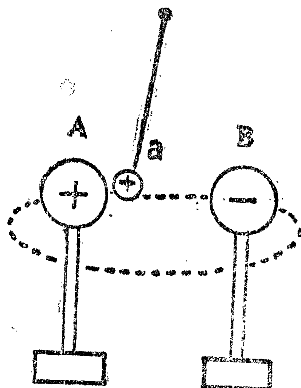
ביז וואנענ די פּלאסטינקעס $A$ אונ $B$ זײַנענ ניט אָנגעלאָדנ, לייגנ זיכ אויס די ווײַזערלעכ אינ אומאָרדענונג. עס איז אָבער גענוג אָנלאָדנ די פּלאסטינקעס $A$ אונ $B$, פּאראייניקנדיק זיי מיט די קאָנדוקטערס פונ אנ עלעקטרישער מאשינ, ווי די ווײַזערלעכ גיבנ זיכ גלײַכ א קער אונ שטעלנ זיכ אײַנ, ווי עס איז געוויזנ אפּ דער פיג. 22 אונטנ.

אויב מע וואָלט דעמ דאָזיקנ עקספּערימענט דורכגעמאכט אינ א קיילע, פונ וועלכער ס'איז אויסגעפּאָמפּעט די לופט, וואָלטנ זיכ באקומענ די זעלביקע רעזולטאטנ.

דער רוימ, אינ וועלכנ עס ווײַזט זיכ ארויס די ווירקונג פונ וואָסערע עס איז קרעפטנ, רופט זיכ פעלד פונ די דאָזיקע קרעפטנ.

לעבן אן אָנגעעלעקטריזירטן קערפּער אָדער צווישן עלעקטריזירטע קערפּערס איז פאראן אן **עלעקטרישפעלד**.

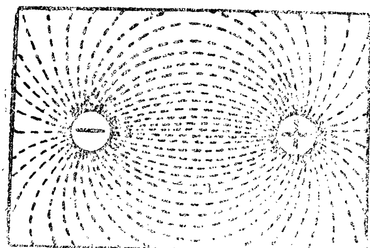
זאָלן $A$ און $B$ זיין צוויי אומבאוועגלעכע דורכפירערס (פיג. 23), דערביי איז דער דורכפירער $A$ עלעקטריזירט פּאָזיטיוו און דער דורכפירער $B$ — נעגאטיוו. לעבן דעם דורכפירער $A$ וועלן מיר אוועקשטעלן א קליין קיילעכל $a$, וואָס איז אָנגעלאָדן מיט פּאָזיטיווער עלעקטריע און וואָס קאָן זיך פריי באוועגן. דאָס קיילעכל, אָפּשטויסנדיק זיך פונעם קערפּער $A$ און צוציענדיק זיך צו $B$, וועט זיך נעמען באוועגן פון $A$ צו $B$ לויט א געוויסער קרומער ליניע. אויב מע זאָל אוועקשטעלן דאָס קיילעכל אין פארשיידענע ערטער לעבן דעם דורכפירער $A$, וועט עס אין יעדער באזונדער פאַל באוועגן זיך פון $A$ צו $B$ לויט פארשיידענע קרומע. אויב מע זאָל אוועקשטעלן דאָס קיילעכל צווישן $A$ און $B$ אף דער גראָדער ליניע, וואָס פאראייניקט די צענטערס פון די דורכפירערס, וועט זיך דאָס קיילעכל באוועגן לויט דער זעלביקער גראָדער ליניע.



פיג. 23.

די ליניעס, לויט וועלכע עס באוועגן זיך אָנלאָדנ אונטער דער ווירקונג פון עלעקטרישע קרעפטן, ווערן אָנגערופן **עלעקטרישע קראַפט־ליניעס**.

אָנשוילעך קאָן מען עלעקטרישע קראַפט־ליניעס באווייזן מיט פאָלגנדיקן עקספּערימענט. אין א קיילע מיט א פלאכן דנאָ, וואָס איז אָנגעפילט מיט וואזעלין אָדער סקיפּידאר, שיט מען אָן קרישטאָלעכלעך כינין אָדער שטיקעלעך אזבעסט. אראָפּלאָזנדיק אין אזא פליסיקייט צוויי קיילעכלעך, וואָס זיינען פאראייניקט מיט די פּאָליוסן פון אן עלעקטרישער מאשין, וועלן מיר באמערקן (פיג. 24), אז די קערפּערלעך, וואָס שווימען אין דער פליסיקייט, וועלן זיך פאנאנדערלייגן לויט קרומע ליניעס.


פיג. 24. די פאנאנדערלייגונג פון די קראַפט־ליניעס אין עלעקטרישן פעלד.

דער ענגלישער פיזיקער **פאראדיי** האָט געהאלטן, אז די ווירקונג פון איין אָנלאָד אף דעם צווייטן קומט פאָר דורך דער פארמיטלונג פון א באזונדערער מאטעריעלער סוויווע, וואָס פארפילט דעם גאנצן וועלטרוים, אלע צווישנרוימען צווישן די עלעקטראָנען און פּראָטאָנען. די דאָזיקע סוויווע רופט מען עטער. די אייגנשאפטן פון דער דאָזיקער סוויווע זיינען אונדז נאָך זייער ווייניק באקאנט. לויט פאראדייס שטאנדפּונקט זיינען די עלעקטרישע קראַפט־ליניעס עלאַסטישע אָנגעצויגנקייטן, וואָס קומען אוף אינעם עטער צווישן די פּאָזיטיווע און נעגאטיווע אָנלאָדן.

באדינגלעך רעכנט מען דעם אָנהייב פון די קראַפט־ליניעס אף דעם פּאָזיטיוון אָנלאָד און דעם סאָף — אף דעם נעגאטיוון.

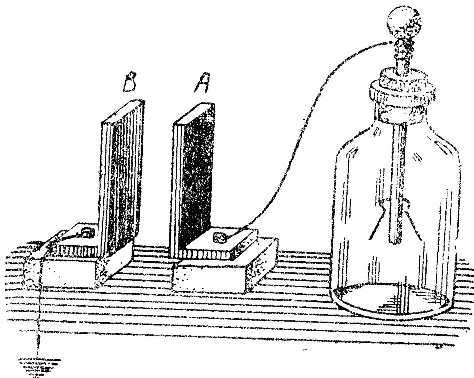
## פראגעס.

18. וואָס הייסט עלעקטרישע קראפט-ליניע ?

19. וואָס הייסט עלעקטריש פעלד ?

20. אינ וואָס באשטייט דער טאָכ פונ פאראדייס אָנשויונ:ענ אפנ פראָצעס פונ קעגנזײַטיקער ווירקונג פונ אָנלאָדנ ?

16. **קאָנדענסאטער.** לאָמיר פארייניקנ מיט אנ עלעקטראָסקאָפ א מעטאלענע פלאסטינקע $A$ (פיג. 25), וואָס איז פארפעסטיקט אפ א פאראפינענעם געשטעל אָדער אפ אנ אנדער גוטנ איזאָליאטער, אונ מירנ געבנ דער פלאסטינקע א געוויסנ עלעקטרישנ אָנלאָד. די בלעטעלעכ פונ עלעקטראָסקאָפ וועלנ זיכ פאנאנדערגיינ, באווײַזנדיק, אז אפ דער פלאסטינקע איז פאראנ אנ אָנלאָד. לאָמיר געבנ דער פלאסטינקע א נײַע פּאָרציע אָנלאָדנ—די בלעטעלעכ וועלנ זיכ פאנאנדערגיינ אפ א גרעסערנ ווינקל.



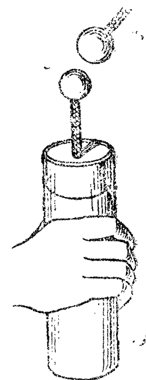

פיג. 25.

לאָמיר צורוקנ צו דער פלאסטינקע $A$ אנ אנדער פלאסטינקע $B$, וואָס איז פארייניקט מיט דער ערד. מירנ באמערקנ, אז די בלעטעלעכ פונעמ עלעקטראָסקאָפ דערנענטערנ זיכ. באמ אָפּרוקנ די פלאסטינקע $B$ פונ דער פלאסטינקע $A$ וועלנ זיכ די בלעטעלעכ ווידער פאנאנדערגיינ אפנ פריערדיקנ ווינקל.

מע קאָנ אָנלאָדנ די פלאסטינקע $A$ אויכ אינ דער אָנוועזנהײַט פונ דער פלאסטינקע $B$ ביזנ פריערדיקנ ווינקל אינעמ פאנאנדערגיינ זיכ פונ די בלעטעלעכ, אָבער צוליב דעמ דארפ מענ דער פלאסטינקע $A$ צוגעבנ א גרעסערנ אָנלאָד. מע זאָגט: די אויפנעמיקײַט פונ דער פלאסטינקע $A$ האָט זיכ פארגרעסערט אינ דער אָנוועזנהײַט פונ דער פלאסטינקע $B$.

אנ אפאראט, וואָס באשטייט פונ צוויי דורכפירערס, וועלכע זײַנענ אָפּגעטיילט דורכ אנ איזאָליאטער, הייסט קאָנדענסאטער.

דאָס וואָרט קאָנדענסאטער שטאמט פונעמ לאטײַנישנ וואָרט קאָנדענסארע, וואָס באטײַט געדיכט מאכנ.



פיג. 26. דאָס אָנלאָדנ א לײַדענער סלוי.

אינ 1796 יאָר האָט מושענברעק, א פראָפעסער פונ פיזיק אינ לײַדענ, וועלנדיק עלעקטריזירנ וואסער, דורכגעמאכט פאָלגנדיקנ עקספערימענט:

אינ איינ האנט האָט מושענברעק געהאלטנ א גלעזערנע קיילע מיט וואסער. אינעמ וואסער האָט מענ אראָפּגעלאָזט א מעטאלנ שטעקל, וואָס איז געווענ פארייניקט מיטנ קאָנדוקטער פונ אנ עלעקטרישער מאשינ. וועלנדיק באקומענ א פונק, האָט ער מיט דער אנדערער האנט

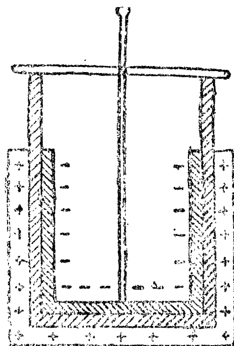
אָנגערירט דאָס שטעקל, וואָס האָט זיך געפונען אינעם וואסער. ער האָט געקראָגן דערבײַ זייער א שטארקן קלאפּ.

שפּעטער האָט מען דעם דאָזיקן עקספּערימענט געענדערט.

אָנשטאָט וואסער באקלעפּט מען דעם אינעווייניקסטן טייל פון דער גלעזערנער קיילע מיט א צינבלאט, וועלכע איז פארייניקט מיטן מעטאלענעם שטעקל, וואָס גייט ארויס פון דער קיילע אפן אויסן. פון דרויסן איז די קיילע אויך באקלעפּט מיט א צינבלאט. אזא אפּאראט, וואָס איז א קאָנדענסאטער, רופט זיך **ליידענער סלוי.**

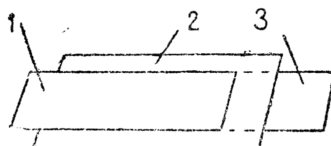
קעדיי אָנצולאָדן א ליידענער סלוי, נעמט מען אים מיט דער האנט פאר דער אויסערלעכער באדעקונג, און די אינעווייניקסטע באדעקונג פארייניקט מען מיט א קאָנדוקטער פון אן עלעקטרישער מאשין (פיג. 26). באם אויסלאָדן א ליידענער סלוי באקומט זיך א העלער פונק. די אויסלאָדונג פון א גרויסן ליידענער סלוי קאָן זײַן געפערלעך פארן לעבן.

לאָמיר פאנאנדערקלײַבן, וואָס קומט פאָר באם אָנלאָדן א ליידענער סלוי. מירן זיך פאָרשטעלן, אז מיר האָבן פארייניקט דעם סלוי מיט א נעגאטיוון קאָנדוקטער. די אינעווייניקסטע באדעקונג לאָדט זיך אָן נעגאטיוו.

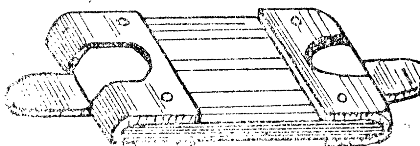


פיג. 27. די פאנאנדערלייגונג פון די אָנלאָדן אף די באדעקונגען פון א ליידענער סלוי.

די עלעקטראָנען פון דער אויסערלעכער באדעקונג, וואָס ווערן אָפּגעשטויסן דורך די עלעקטראָנען פון דער אינעווייניקסטער באדעקונג, וועלן אוועקגיין דורך דעם מענטשנס




פיג. 28. א פלאכער קאָנדענסאטער.
1 און 3 — בלעטלעך סטאניאָל.
2—פּלאסטינקעס גלימער־גלאָז.



פיג. 29. א פּארטיקער גלימער־קאָנדענסאטער.

האנט און קערפּער אין דער ערד. נאָכן אָנלאָדן וועט די אינעווייניקסטע באדעקונג האָבן א נעגאטיוון אָנלאָד, און די אויסערלעכע — א פּאָזיטיוון.

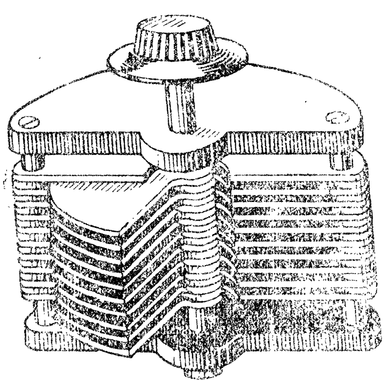
אזויארום זײַנען ביידע באדעקונגען פון אן אָנגעלאָדענעם ליידענער סלוי אָנגעלאָדן מיט פארשיידנמינדיקער עלעקטרע (פיג. 27).

אז מיר פארייניקן מיט א דראָט אף אן איזאָלירטן הענטל מיט אן **אויסלאָדער** — די אינעווייניקסטע באדעקונג מיט דער אויסערלעכער, גיבן מיר א מעגלעכקייט די עלעקטראָנען פון דער אינעווייניקסטער באדעקונג אריבערצוגיין אף דער אויסערלעכער. דערבײַ ווערט דער דאָזיקער אריבערגאנג באגלייט מיט א פונק.

אין דער טעכניק נוצט מען קאָנדענסאטערס, וואָס באשטייען פון בלעטלעך גלימער־גלאָז, באקלעפּטע פון ביידע זײַטן מיט סטאניאָל — פלאכע קאָנדענסאטערס (פיג. 28).

זייער אָפּט באשטייענ די פלאכע קאָנדענסאטערס פונ א גאנצער סעריע גלימער־פלאסטינקעס, וואָס זײַנענ באקלעפּט פונ ביידע זײַטנ מיט סטאניאָל (פיג. 29).

אינ דער ראדיאָטעכניק נוצט מענ נאָכ, כוצ די דאָזיקע צוויי מינימ קאָנדענסאטערס, א קאָנדענסאטער פונ פארענדערלעכער אופנעמיקײַט (פיג. 30). ער באשטייט פונ צוויי סיסטעמענ מעטאלענע פלאסטינקעס, וואָס זײַנענ איזאָלירט איינע פונ די אנדערע. איינ סיסטעמ איז אומבאוועגלעכ, די צווייטע קאָנ זיכ דרייענ ארומ אנ אקס. דרייענדיק די באוועגלעכע סיסטעמ, ענדערט מענ די אופּנעמיקײַט פונעמ קאָנדענסאטער.



פיג. 30. א קאָנדענסאטער פונ פארענדערלעכער אופנעמלעכקײַט.

### פראגעס.

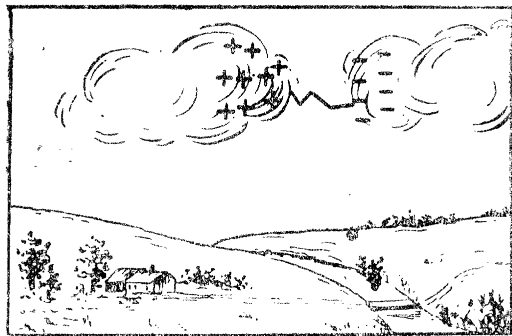
21. וואָס הייסט קאָנדענסאטער?

22. צי קאָנ מענ ביידע באדעקונגענ פונעמ קאָנדענסאטער אָנלאָדנ מיט גלײַכנאָמענדיקע אָנלאָדנ.

33. צי קאָנ מענ אָנלאָדנ בלויז איינע פונ די באדעקונגענ פונ דעמ קאָנדענסאטער אונ די אנדערע לאָזנ ניט קיינ אָנגעלאָדענע?

## 17. עלעקטרישע דערשײַנונגענ אינ דער אטמאָספער.

אינ הייסע זומערדיקע טעג קומט אָפט אויס צו זענ א געוויטער. עס איז שוינ לאנג באוווסט, אז א בליצ איז אנ עלעקטרישער פונק, געגליכנ צו דעמ פונק, וואָס באקומט זיכ באמ אויסלאָדנ אנ עלעקטרישע מאַשינ אָדער א לײדענער סלוי, אונ א דונער איז דער קנאק, וואָס באגלייט דעמ פונק. צומ ערשטנ מאָל האָט עס דערוויזנ מיט אנ עקספּערימענט דער אמעריקאנער געלערנטער פראנקלינ אינ 1752 יאָר. פראנקלינ האָט בײַס א געוויטער געלאָזט צו די וואָלקנס אנ איינפאכנ פאפירענעמ „שלאנג" מיט א מעטאלענעמ שארפ־שפיצ אפנ עק. דער שלאנג איז געפלויגנ פארייניקט מיט א שטריקל, וואָס אפ זײַנ עק איז געווענ אָנגעבונדנ א זײַדענער שנור, וועלכער איז געווענ אינ פראנקלינס הענט. ווענ דאָס שטריקל איז נאס געוואָרנ אונ איז געוואָרנ א דורכפירער, האָט מענ פונ אימ געקאָנט ארויסבאקומענ זייער גרויסע פונקענ, וואָס זײַנענ באגלייט געוואָרנ מיט א שטארקנ קנאק. דאָס דערלערנענ עלעקטרישע אויסלאָדנ האָט די געלערנטע געקאָסט קאָרבאָנעס. אינ 1751 יאָר איז פונ א פונק, וואָס איז באקומענ געוואָרנ אפנ באשריבענעמ אופנ, אומגעקומענ דער רוסישער געלערנטער ריכמאנ, לאָמאָנאָסאָווס אפרײַנט.



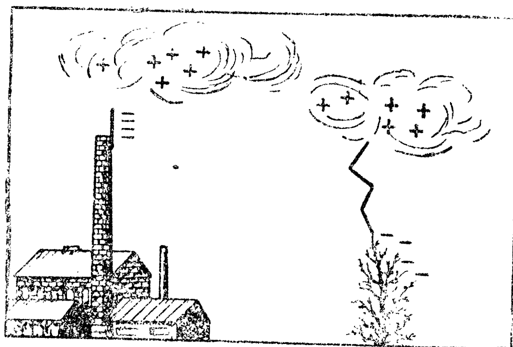
פיג. 31.

די אנטשטייונג פונ א בליץ קאָנ דערקלערט ווערנ אפ אזא אויפנ. אויב צוויי וואָלקנס, וואָס זײַנענ אָנגעלאָדנ מיט פארשיידנאָמענדיקער עלעקטרע, וועלנ זיכ דערנעענטערנ איינער צו דעם אנדערנ אפ א גענוג נאָענטער שטרעקע, קומט צווישנ זיי פאָר א בליץ־אויסלאָד, וואָס ווערט באַגלייט מיט א קנאק — א דונער (פיג. 31). דער בליץ אונ דונער קומענ פאָר גלײַכצײַטיק, נאָר אזוי ווי די גיכקײַט פונ שײַנ־פארשפרייטונג איז גלײַכ צו 300 000 קמ אינ א סעק., אונ פונ א קלאנג אינגאנצנ בלויז 340 מ אינ א סעק., הערנ מיר דעם דונער שוינ נאָכ דעם, ווי מיר האָבנ דערזענ דעם בליץ. דער אויסלאָד — דער בליץ — קאָנ פאָרקומענ ניט בלויז צווישנ צוויי וואָלקנס, נאָר אויכ צווישנ וואָלקנ אונ ערד (פיג. 33).



פיג. 32. א פאָטאָגראפיע פונ א בליץ.

אויב, צום בײַשפּיל, א געוויטער־כמארע, וואָס איז אָנגעלאָדנ מיט פּאָזיטיווער עלעקטרע, וועט צוגיינ גענוג נאָענט צו דער ערד, וועט זי דורכ ווירקונג ארויסרופנ אינ דעם דאָזיקנ אָרט פונ דער ערד, אונ באזונדערס אינ הויכע געגנשטאנדנ נעגאטיווע עלעקטרע. אויב די דאָזיקע עלעקטרע וועט זיכ פאריייניקנ מיט דער עלעקטרע פונעמ וואָלקנ, וועט צווישנ דעמ וואָלקנ אונ דער ערד פאָרקומענ א בליץ.



פיג. 33.

לויט דער פאָרמ זײַנענ בליצנ זייער פארשיידנארטיק: ווי לאנגע שמאָלע פאסנ, זיגזאגארטיקע פאסנ אונ אפילע אינ דער פאָרמ פונ א לײַכטנדיקנ קײַלעכ. אזעלכע קײַלעכנ רײַסנ זיכ אופ מיט א קנאק ביז טויב צו ווערנ. א בליץ, וואָס טרעפט אינ א בוימ, צעשפאלט אימ אפ שטיקלעכ אונ אָפטמאָל מאכט ער אימ צו קויל. אויב א בליץ גייט דורכ מעטאלנ, צעשמעלצט ער זיי. ארײַנפאלנדיק אינ זאמד, צעשמעלצט דער בליץ דעמ זאמד, אויסבילדנדיק טרײַבלעכ, וואָס האָבנ אנ אייגנארטיקע פאָרמ. מיינסטנס רופט מענ זיי **דונער־פײַלנ** (**פולגוריטנ**).

## פראגעס.

24. וואָס איז אזוינס א בליץ?
25. פונ וואָס קומט פאָר א בליץ?

26. וואָס איז אזוינס א דונער?

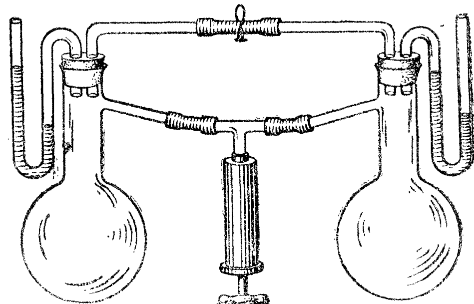
27. וויאזוי באקומט זיכ א בליצ צווישנ א וואָלקנ אונ דער ערד?

28. מיט וואָס דערקלערט זיכ, וואָס מיר הערנ דעמ דונער שפּעטער, ווי מיר זעענ דעמ בליצ?

**18. בליצ־אָפּלייטער.** אָפּ צו פּארהיטנ געביידעס פונ דער צעשטערנדיקער ווירקונג פונ א בליצ מאכט מענ בליצ־אָפּלייטערס, וואָס פראנקלינ האָט זיי פאָרגעלייגט. אינ דער סאמע איינפאכסטער פאָרמ שטעלט מיט זיכ פאָר א בליצ־אָפּלייטער א מעטאלענעמ שטעקנ מיט א פארשפּיצטנ עק, וואָס ווערט איינגעשטעלט אויבנ אָפּ דער געביידע (פיג. 34). דער מעטאלענער שטעקנ ווערט פאַרייניקט מיט דער הילפ פונ זייער גוטע דורכפירערס מיט אלע מעטאלענע טיילנ פונ דער געביידע, צומ ביישפּיל מיט דעמ אייזערנעמ דאכ, מיט די רעגנטרויבנ; מע פאַרייניקט אימ אויכ מיט דער ערד דורכ א קופּער־בלאט, וואָס איז פארגראָבנ אינ די פייכטע שיכטנ פונעמ באָדנ. פונעמ שפּיצ פונ דעמ בליצ־אָפּלייטער וועט די עלעקטרע, וואָס איז אנטשטאנענ דורכ ווירקונג פונ דער אָנגעלאָדענער כמארע, אַראָפּרינענ אינ דער לופט אריינ אונ וועט נייטראליזירנ די עלעקטרע פונ דער כמארע. אויב דער בליצ וועט פונדעסטוועגנ א קלאַפּ טונ אינעמ בליצ־אָפּלייטער, וועט די עלעקטרע פונ דער כמארע אוועקגיינ איבערנ דורכפירער אינ דער ערד אריינ, ניט ברענגענדיק קיינ שאָדנ דער געביידע. די הויפּטזאכ באמ מאכנ א בליצ־אָפּלייטער איז א גוטע פאַרייניקונג מיט דער ערד — פאַרערדיקונג. אינ קעגנפאל וועט דער בליצ־אָפּלייטער ניט בלויז ניט ברענגענ קיינ נוצנ, נאָר ער וועט נאָכ צוציִענ צו זיכ דעמ בליצ, אונ די געביידע קאָנ דערפונ ליידנ.

פיג. 34.
בליצ־אָפּלייטער.

מע דארפ באמערקנ, אז דער בליצ־אָפּלייטער פירט אָפּ ניט דעמ דונער, נאָר דעמ בליצ; דער דונער איז בלויז א קנאַק, וואָס באגלייט דעמ אויסלאָד.



פיג. 35.

**פראגעס.**

29. וויאזוי איז געבויט א בליצ־אָפּלייטער?

30. צוליב וועלכנ ציל מאכט מענ א בליצ־אָפּלייטער?

**19. די באוועגונג פונ די אָנלאָדנ איבערנ דורכפירער.** מיר האָבנ פריִער געזענ (ז. 11), אז ווענ מע פאַרייניקט מיט א טרוקענעמ פאָדעמ אנ אָנגעלאָדענעמ עלעקטראָסקאָפּ מיט ניט קיינ אָנגעלאָדענעמ, וועלנ די אָנלאָדנ פונעמ ערשטנ עלעקטראָסקאָפּ אריבערגיינ אפנ צווייטנ. דער דאָזיקער אריבערגאנג פונ די אָנלאָדנ דויערט אזוי לאנג, ביזוואנענ די עלעקטראָסקאָפּנ וועלנ ניט זײַנ אָנגעלאָדנ ביז אנ אלציינער מאָס; וועגנ דעמ דערוויסט מענ זיכ לויט דער גרייס פונעמ ווינקל, אפ וועלכנ ס'זיינענ צעגומענ די בלעטלעכ.

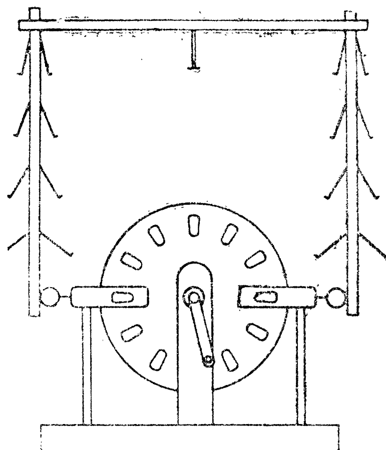
לאָמיר אָנלאָדנ צוויי אלציינע עלעקטראָסקאָפּנ מיט גלייכנאָמענדיקער עלעקטרע

ביז פאַרשיידענע מאָסנ. די בלעטלעכ פונ די עלעקטראָסקאָפּנ וועלנ זיכ פאַנאַנדער־גיינ פאַרשיידנ. אַז מירנ פאַרייניקנ די קײַלעכלעכ פונ די דאָזיקע עלעקטראָסקאָפּנ מיט א דורכפירער, וועלנ די אָנלאָדנ אָנהייבנ אַריבערגיינ לויטנ דורכפירער, אונ די ווינקלענ צווישנ די בלעטעלעכ גלײַכנ זיכ אויס. וואָס־זשע צווינגט די אָנלאָדנ זיכ יבערוקנ דורכנ דורכפירער?

פאַרוואָס שטעלט זיכ אָפּ דער אַריבערגאַנג דעמלט, ווענ דער גראַד פונ דער עלעקטריזאַציע פונ די עלעקטראָסקאָפּנ ווערט אַנ אַלצייַנער?

קעדיי פאַרצושטעלנ זיכ דעמ מעכאַניזמ פונ דער באַוועגונג פונ די אָנלאָדנ, לאָמיר באַטראַכטנ אַזאַ בײַשפּיל.

צוויי קאָלבעס מיט אָפּפּיר־טרײַבלעכ זײַנענ פאַרייניקט, ווי ס'איז אָנגעוויזנ אַפּ דער פיג. 35, מיט א פּאָמפּע, וואָס פונ איינ קאָלבע פּאָמפּעט זי אויס די לופט אונ אינ דער אַנדערער פּאָמפּעט זי אַרײַנ. אינ די פּראָפּנס פונ די קאָלבעס זײַנענ דורכגעלאָזט מאַנאָמעטרישע טרײַבלעכ. איינ טרײַבל, וואָס פאַרייניקט די קאָלבעס, האָט א קראַנ אָדער א קלעמ.



פיג. 36.

אַז די פּאָמפּע אַרבעט, ווערט די לופט אינ איינ קאָלבע אָנהייבנ ווערנ געדיכטער אונ אינ דער אַנדערער — שיטערער. די מאַנאָמעטערס וועלנ באַווײַזנ דאָס דאָזיקע געדיכטער אונ שיטערער ווערנ מיט דעמ, וואָס די גלײַכקײַט פונ זייערע ניוואָענ וועט צעשטערט ווערנ.

לאָמיר אָפּשטעלנ די פּאָמפּע אונ עפענענ דעמ קראַנ. די ענדערונג אינ די ניוואָענ פונ די מאַנאָמעטערס גיט אונדז די רעכט צו ריידנ וועגנ דעמ, אַז אינעמ פאַרייניקנדיקנ טרײַבל האָט זיכ באַקומענ א שטראָמ לופט. די באַוועגונג פונ דער לופט וועט געדויערנ בלויז ביז דעמלט, ביזוואַנענ עס וועט עקזיסטירנ דער אָנדרוק, וואָס צווינגט די לופט זיכ באַוועגנ — די דיפערענצ פונ די דרוקנ אינ די קיילימ. אַז די דרוקנ וועלנ זיכ אינ זיי אויסגלײַכנ, וועט זיכ דער לופטשטראָמ אָפּשטעלנ.

די קאָלבעס מיט פאַרשיידענע דרוקנ פונ דער לופט אינ אונדזער מאַכשיר אַנטשפּרעכנ די עלעקטראָסקאָפּנ, וואָס זײַנענ אָנגעלאָדנ ביז א פאַרשיידענעמ גראַד. דאָס פאַרייניקונג־טרײַבל אַנטשפּרעכט דעמ דורכפירער.

פאַר דער סיבע, וואָס צווינגט די אָנלאָדנ זיכ איבערוקנ דורכנ דורכפירער, מוזנ מיר, לויטנ עקספּערימענט, רעכענענ די דיפערענצ פונ די עלעקטרישע צושטאַנדנ פונ די עלעקטראָסקאָפּנ, וואָס זײַנענ פאַרייניקט מיט א דורכפירער.

אינעמ בײַשפּיל מיטנ עלעקטראָסקאָפּ האָבנ מיר באַקומענ א באַוועגונג פונ די אָנלאָדנ, וואָס האָט געדויערט זייער א קורצע צײַט. מיר וואָלטנ זי געקאָנט פאַרלענגערנ, ווענ מיר זאָלנ אונטערהאַלטנ די דיפערענצ פונ די עלעקטרישע צושטאַנדנ פונ די עלעקטראָסקאָפּנ.

לאָמיר פארייניקנ די קאָנדוקטערס פונ אנ עלעקטרישער מאשינ מיט הילצערנע שטעקלעכ, אפ וועלכע עס זייַנענ אָנגעהאנגענ פאפירענע פאסיקלעכ (פיג. 36). אויב מע זאָל אָנלאָדנ די קאָנדוקטערס אונ נימ דרייענ די מאשינ, וועלנ די בלעטלעכ ביסלעכווייַז ארויספאלנ. אויב מע זאָל די מאשינ דרייענ, וועלנ די בלעטלעכ פאָרזעצנ צו פאנאנדערגיינ זיכ, באווייַזנדיק, אז אפ פארשיידענע פונקטנ איז פאראנ א דיפערענצ פונ די עלעקטרישע צושטאנדנ, וואָס האלטנ אונטער דעמ שטראָמ.

די דערשייַנונג האָט באקומענ אזא כאראקטער, ווי מיר וואָלטנ אינעמ אפאראט אפ דער פיג. 35 נעמענ ארבעטנ מיט דער פּאָמפּע בא אנ אָפענעמ קראנ פונעמ פארייניקונג־טרייבל. קלאָר, אז אינ דער ערשטער קאָלבע וואָלט זיכ, נימ געקוקט אפ דער באוועגונג פונ דער לופט אינעמ טרייבל, אונטערגעהאלטנ א צונויפפרעסונג, אונ אינ דער צווייטער קאָלבע — א צעשיטערונג.

הייסט עס, אז דער נייטיקער באדינג פאר דער באוועגונג פונעמ לופט־שטראָמ איז די דיפערענצ פונ דעמ דרוק אינ די קאָלבעס — אנ אָנדרוק.

פונקט אזוי איז דער נייטיקער באדינג פאר דער באוועגונג פונ עלעקטרישע אָנלאדנ — עלעקטראָנענ — אינ א דורכפירער די דיפערענצ צווישנ די עלעקטרישע צושטאנדנ אינ פארשיידענע פונקטנ פונעמ דורכפירער — די שפאנונג.

20. **עלעקטרישע קייט.** אינ יעטווידער קערפער זייַנענ פאראנ עלעקטראָנענ. קעדיי צו באקומענ א באוועגונג פונ די עלעקטראָנענ — אנ עלעקטרישנ שטראָמ, דארפ מענ אויסבילדנ א שפאנונג אפ די עקנ. מע דארפ שאפנ אזעלכע באדינגונגענ, אז די עלעקטראָנענ זאָלנ זיכ באוועגנ צווישנ די אָטאָמענ פונעמ דורכפירער.

קעדיי דער עלעקטרישער שטראָמ זאָל אָנ אויפהער גיינ איבערנ שטעקנ, איז נייטיק צו דרייענ די עלעקטרישע מאשינ, ד. ה. טונ אנ ארבעט. הייסט עס, אז אינ דער עלעקטרישער מאשינ קומט פאָר א פארוואנדלונג פונ מעכאנישער ענערגיע אינ עלעקטרישער. אנ עלעקטרישע מאשינ איז א *גענעראטער* (א קוואל) פונ עלעקטרישער ענערגיע, וואָס שאפט א שפאנונג אפנ כעושבנ פונ מעכאנישער ענערגיע.

*קעדיי דורכ א דורכפירער זאָל גיינ א שטראָמ, דארפ מענ אפ די עקנ פונעמ דורכפירער אונטערהאלטנ א שפאנונג.*

*מאכשירימ, וואָס שאפנ א שפאנונג אפ די עקנ פונ א דורכפירער, הייסנ גענעראטערס, אָדער שטראָמ־קוואל.*

אייניקע גענעראטערס שאפנ א שפאנונג אפנ כעושבנ פונ מעכאנישער ענערגיע, אנדערע — אפנ כעושבנ פונ כעמישער ענערגיע, נאָכ אייניקע אפנ כעושבנ פונ ווארעמ־קייַט־ענערגיע. אפאראטנ, וואָס גיבנ א מעגלעכקייַט צו פארוואנדלענ די ענערגיע פונ דער עלעקטראָנענ־באוועגונג אינ אנדערע מינימ ענערגיע, הייסנ *אופנעמערס*. אופנעמערס זייַנענ אשטייגער עלעקטרישע לעמפעלעכ, אנ עלעקטרישער אויוונ, אנ עלעקטראָמאָטאָר א. אז. וו.

אזויווי דער אופנעמער איז געוויינלעכ דערווייַטערט פונ דעמ גענעראטער, איז נייטיק צוצופירנ צו אימ דעמ עלעקטרישנ שטראָמ; צוליב דעמ נוצט מענ דורכפירערס — מעטאלענע דראָטנ.

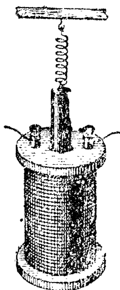
לעצטנס דארפ מענ באמערקנ, אז עס איז נייטיק אָנצופירנ מיטנ עלעקטראָנענ־שטראָמ; אינ פּאָשעטסטנ פאל באשטייט עס אינ אָפּשטעלנ אָדער באנייַענ די עלעק־

טראָגנעג־באַוועגונג דורכ צעשײדנ אונ פאַרײניקנ די דורכפירערס. אינ קאָמפּליצירטערע פאַלנ גיט די אָנפירונג א מעגלעכקײַט פאַרקלענערנ אונ פאַרגרעסערנ (אינ געוויסע גרענעצנ) די צאָל עלעקטראָנענ, וואָס גײענ דורכ דורכ דער קײט.

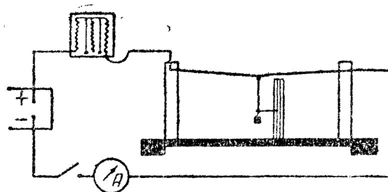
אזויארומ ווערנ מיר אינ יעטווידער עלעקטרישער קײט אונטערשײדנ: 1) דעמ גענעראַטער, ווו די ענערגיע פונ אַוואָסער סע גיט איז מינ ווערט פאַרוואַנדלט אינ עלעקטרישער; 2) אופנעמער, ווו די עלעקטרישע ענערגיע ווערט געברויכט, ד. ה. פונ עלעקטרישער פאָרמ ווערט זי פאַרוואַנדלט אינ ווארעמקײַט־ענערגיע (לעמפּ, אויוונ), אינ מעכאַנישער (מאָטאָר), אינ כעמישער; 3) דורכפירערס, וואָס פירנ צו די ענער־גיע צומ אופנעמער, אײַנשטעלנדיק די מעגלעכקײַט פונ א געשלאָסענער עלעק־טראָנענ־באַוועגונג; 4) די אָנפירונג מיטנ שטראָמ, ד. ה. אנ אַפּאַראַט אפ אָפּשטעלנ אונ באַנײַענ דעמ עלעקטראָנענ־שטראָמ אונ אינ אײניקע פאַלנ אפ ענדערנ די גרײס פונ דעמ דאָזיקנ שטראָמ.

## 21. עלעקטרישער שטראָמ.

דער עלעקטרישער שטראָמ, ווײַזט זיכ אַרויס אינ פאַרשײדענע ווירקונגענ, וועלכע מיר רופנ ווירקונגענ פונעמ שטראָמ. לאָמיר באַ־טראַכטנ אײניקע אנטפּלעקונגענ פונעמ עלעקטרישנ שטראָמ.


פיג. 38. דאָס אײַ־זערנ הערצל ציט זיכ אַרײַנ אינ א שפּול מיט שטראָמ.

דאָס אָנוואַרעמענ די דורכפירערס. לאָמיר דורכלאָזנ א שטראָמ דורכ א ניקעלינענעמ דראָט, וואָס איז דורכגעצויגנ צווישנ שטאַטיווג. אפ דעמ מיטנ פונעמ דראָט הענגט א קלײנ גע־וויכט, וואָס ציט אראָפּ דעמ דראָט. לעבנ געוויכט איז פאַראַנ א שקאַלע, לויט וועלכער מע קאָנ וויסנ די הײכ פונעמ געוויכט איבער דעמ באָזיס פונעמ אַפּאַראַט (פיג. 37).


פיג. 37.

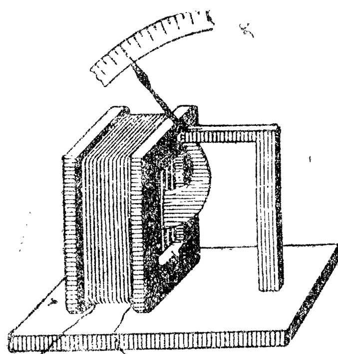
באַמ דורכלאָזנ שטראָמ דורכ דעמ דראָט לאָזט זיכ דאָס געוויכט אראָפּ. דאָס באַווײַזט, אז דער דראָט איז פונ אָנוואַרעמענ געוואָרנ לענגער. וואָס שטאַרקער עס איז דער שטראָמ, וואָס מיר לאָזנ דורכ דורכ דעמ דראָט, אלצ נידעריקער לאָזט זיכ אראָפּ דאָס געוויכט. פאַרגרעסערנדיק דעמ שטראָמ, קאָנ מענ דערפירנ דעמ דראָט פריִער צומ אָנגליִענ זיכ ביז רויט, נאָכדעמ ווערט דער דראָט איבערגעברענט.

| א דורכפירער, דורכ וועלכנ עס גײט שטראָמ, וואַרעמט זיכ אָנ. |
|---|

מאַגנעטישע ווירקונג פונ שטראָמ. לאָמיר אַרומוויקלענ מיט איזאָלירטנ דראָט א גרויסנ אײַזערנעמ צוויאָק. אויב מע זאָל דורכנ דורכפירער דורכלאָזנ א שטראָמ, ווערט דער אײַזערנער צוויאָק א מאַגנעט — ער ציט צו זיכ צו אײַזערנע

געגנשטאנדנ; אז מע רײַסט איבער דעמ שטראָמ, ווערנ די צוגעצויגענע געגנשטאנדנ אָפּגעפאלנ — דער צוויאָכ הערט אופ צו זײַנ א מאגנעט.

די מאגנעטישע ווירקונג פונעמ שטראָמ קאָנ מענ פעסטשטעלנ אויכ אינ אזא עקספערימענט. לאָמיר ארײַנשטעלנ אינ א דראָטענער שפּול א שטיקל אײַזנ, וואָס איז אונטערגעהאנגענ אפּ א פּרוזשינע. ווענ אינ שפּול איז קײנ שטראָמ ניטאָ, איז דאָס שטיקל אײַזנ אומבאוועגלעכ. באמ דורכלאָזנ אינ שפּול שטראָמ ציט זיכ ארײַנ דאָס שטיקל אײַזנ (דאָס הערצל) אינעווייניק אינ שפּול (פיג. 38). פּונקט אזוי ציט זיכ אויכ ארײַנ אינ שפּול אנ אײַזערנ הערצל, וואָס איז אײַנגעפּעסטיקט אפּ אנ אקס (פיג. 39).



פיג. 39. דער סכעמאטישער געבוי פונ א גאלוואנאָמעטער.

מאכשירימ מיט א דראָט, וואָס ווערט אָנגעוואָרעמט, אָדער מיט א הערצל, וואָס ציט זיכ ארײַנ אינ א שפּול, דינענ אפּ צו באווײַזנ, אז אינ א דורכפירער איז פאראנ שטראָמ און אויכ אפּ אויסמעסטנ דעמ שטראָמ. אזוינע מאכשירימ, וואָס ווײַזנ, אז אינ א דורכפירער איז פאראנ עלעקטרישער שטראָמ, הייסנ גאלוואנאָמעטערס.

כעמישע ווירקונג פונ שטראָמ. לאָמיר דורכלאָזנ א שטראָמ דורכ א צעלאָז פונ קופּער-וויטריאָל. קעדיי ארײַנצופירנ און ארויסצופירנ דעמ שטראָמ, לאָזנ מיר אראָפּ אינ דעמ צעלאָז צוויי קוילנ-פּלאסטינקעס — עלעקטראָדנ, וואָס זײַנענ פארייניקט מיטנ שטראָמ-קוואל. ארויסנעמענדיק אינ עטלעכע מינוט ארומ פונ דעמ צעלאָז די פּלאסטינקעס, וועלנ מיר באמערקנ, אז איינע פונ זיי האָט זיכ באדעקט מיט א רויטלעכנ דינעמ שיכט קופּער, וועלכער האָט זיכ אויסגעטיילט פונעמ קופּער-וויטריאָל.

דאָס, וואָס פונ דעמ צעלאָז האָט זיכ אויסגעטיילט קופּער, באווײַזט, אז דער עלעקטרישער שטראָמ האָט ארויסגערופנ א כעמישנ פּראָצעס.

אזויארומ קאָנענ אויכ כעמישע דערשײַנונגענ אינ צעלאָזנ באווײַזנ אפּ דער אָנוועזנהײַט פונ שטראָמ אינ א דורכפירער.

## פראגעס.

31. אינ גרונט פונ וועלכע ווירקונגענ קאָנ מענ זיכ דערוויסנ, צי עס איז פאראנ שטראָמ אינ א דורכפירער?

32. ווי‍אזוי קאָנ מענ באווײַזנ, אז אנ עלעקטרישער שטראָמ ווײַזט ארויס מאגנעטישע ווירקונגענ?

33. ווי‍אזוי הייסנ די מאכשירימ, וואָס דינענ אפּ צו ווײַזנ עלעקטרישנ שטראָמ אינ דורכפירערס?

34. ווי‍אזוי זאָל מענ באווײַזנ, אז עלעקטרישער שטראָמ רופט ארויס כעמישע ווירקונגענ?

## 22. די ריכטונג פונעמ עלעקטרישנ שטראָמ.

באטראכטנדיק דעמ עלעקטרישנ שטראָמ אינ א דורכפירער ווי אנ עלעקטראָנענ-שטראָמ, וואָלטנ מיר געדארפט פאר דער ריכטונג פונעמ שטראָמ אָננעמענ די ריכטונג פונ דער עלעקטראָנענ-באוועגונג, ד. ה. פונעמ נעגאטיווג פּאָליוס פונ שטראָמ-קוואל — צומ פּאָזיטיווג, ווײַל אינ דער דאָזיקער ריכטונג באוועגנ זיכ טאקע די עלעקטראָנענ.

די עלעקטראָנענ־טעאָריע האָט זיכ אָבער אנטוויקלט ערשט גאָר ניט לאנג. פריִער האָט מענ געהאלטנ, אז דער עלעקטרישער שטראָמ גייט פונעמ פּאָזיטיוונ פּאָליוס פונ דעמ שטראָמ־קוואַל צומ נעגאטיוונ. אזא ריכטונג פונעמ שטראָמ, צומ אונטערשייד פונ דער ווירקלעכער — עלעקטראָנישער, הייסט טעכנישע. ווייטער נעמענ מיר אומעטומ אָנ די טעכנישע ריכטונג פונעמ שטראָמ.

פראגעס.

35. וואָסער שטראָמ־ריכטונג איז די ווירקלעכע (עלעקטראָנישע)?

36. וואָסער שטראָמ־ריכטונג רופט מענ טעכנישע?

## 23. ביישפּילנ פונ עלעקטרישע קייטנ.

לאָמיר באטראכטנ די קייט פונ אנ עלעקטריש גלעקל. דאָ האָבנ מיר א גענעראטער — דעמ עלעמענט, אנ אופנעמער — דאָס גלעקל, דורכפירערס, וואָס פירנ צו דעמ שטראָמ, אונ אנ אָנפירונג — די קנאָפּקע, וועלכע גיט די מעגלעכקייט איבערייסנ אָדער באניַיענ די עלעקטראָנענ־באוועגונג אינ דער קייט, אונ הייסט עס, איבערגעבנ ענערגיע פונעמ עלעמענט צומ גלעקל.

אינ דער קייט פונ א קעשענע־לאמטערנדל קאָנענ מיר אויכ געפינענ: 1) א גענעראטער — די באטאַרייקע; 2) אנ אופנעמער — דאָס לעמפּעלע; 3) דורכפירערס — פּלאטטינקעס, וואָס זייַנענ צוגעפּעסטיקט צו דער באטאַרייקע; 4) אָנפירונג — די קנאָפּקע, וואָ מיט איר הילפ צינדנ מיר אָנ דאָס לעמפּל.

- פאַרייניקונגענ פונ דורכפירערס.
- זיכ איבערשניַידנדיקע ניט קיינ פאַרייניקטע דורכפירערס.
- עלעמענט: דאָס קליינע שטריכל — פּאָזיטיווער פּאָליוס.
- א באטארייע עלעמענטנ.
- א לעמפּל.
- א גלעקל.
- א מאָטאָר.
- אויסשליסערס.

אינ דער קייט פונ אנ עלעקטרישנ טראמוויַ דינט פאַר א גענעראטער די דינאמאָמאשינ אפ דער סטאנציע; פאַר אנ אופנעמער — דער מאָטאָר פונעמ טראמוויַ. די ענערגיע ווערט דאָ איבערגעגעבנ מיט דער הילפ פונעמ איבערשטנ דורכפירער אונ דעמ בויגנ; פאַר א צווייטנ דורכפירער דינענ די רעלסנ. די אָנפירונג געפינט זיכ אינ דעמ פאָדערשטנ טייל פונ טראמוויַ. מיר וועלנ צוגעבנ, אז די אָנפירונג מיט דער קייט פונעמ טראמוויַ גיט די מעגלעכקייט ניט בלויז איַינצושליסנ אונ אויסצושליסנ, נאָר אויכ אָפּשוואכנ אונ פאַרשטארקנ דעמ שטראָמ.

צייכענונגענ, וואָס באוויַיזנ, ווי עס זיַינענ פאַרבונדנ צווישנ זיכ פאַרשיידענע עלעקטרישע מאכשירימ, רופט מענ אָנ סכעמעס. כדי צייכענענ סכעמעס אפ אָפּ־צומערקנ פאַרשיידענע אפּאראטנ ווערנ אָנגעווענדעט ספּעציעלע צייכנס, וואָס זיַינענ באוויזנ אפ דער טאבעלע.

**24. לאבּאָראטאָרישע ארבעט 1.** ציל פונ דער ארבעט: צונויפשטעלנ אנ עלעקטרישע קייט פונ א גענעראטער, אנ אופנעמער, דורכפירערס אונ אנ אָנפירונג־אפּאראט.

מאכשירימ אונ מאטעריאלנ: אנ עלעקטריש גלעקל; א גאלוואנישער עלעמענט; דרייַ שטיקלעכ איזאָלירטע דראָט; א שליסל מיט צוויי קלעמענ; א קנאָפּקע צו א גלעקל; א מעסער אפּ אָפּ־רייניקנ די עקנ פונ די דראָטנ; א שרויפנציִער.

געפינט די פּאָליוס, פונעמ עלעמענט. געפינט די קלעמענ פונעמ עלעקטרישנ גלעקל. רייניקט אָפּ פונ דער איזאָליאציע די עקנ פונ די קופּערנע דראָטנ אָדער, אויב זי איז שוינ אראָפּגענומענ געוואָרנ, רייניקט זיי אָפּ פונ דעמ שיכט אָקסיד. פאררייניקט מיט א דראָט איינ קלעמ פונעמ גלעקל מיט איינעמ פונ די פּאָליוסנ פונ דער באטארייע. דאָס צווייטע קלעמ פונ גלעקל אונ דעמ צווייטנ פּאָליוס פארייניקט דורכ דראָטנ מיט די צוויי קלעמענ פונעמ שליסל, אָדער פונ דער קנאָפּקע.

## פראגעס אונ געניטונגענ.

37. וויִאזוי באווייַזט מענ, אז בא א קעגנזייַטיקער רייַבונג פונ צוויי קערפּערס עלעקטריזירנ זיכ ביידע קערפּערס, אָבער מיט קעגנזעצלעכער עלעקטרע?

38. אפּ דינע זייַד־פעדעמ זייַנענ אָנגעהאנגענ צוויי איינגאנצנ אלציינע בוזינע־קייַלעכלעכ, אייגער אנ אָנגעלאָדענער, דער צווייטער — ניט קיינ אָנגעלאָדענער. וויִאזוי באשטימט מענ, וועלכעס קייַלעכל איז אָנגעלאָדנ?

39. מיט וואָס דערקלערט זיכ, וואָס א לייַכט בוזינע־קייַלעכל, וואָס איז צוערשט צוגעשטאנענ צו אנ אָנגעעלעקטריזירט שטעקעלע, שטויסט זיכ נאָכדעמ אָפּ דערפונ?

40. פארוואָס קאָנ מענ אָנעלעקטריזירנ דורכ רייַבונג אנ עבאָניט־שטעקל, האלטנדיק דאָס שטעקל אינ האנט, אונ מע קאָנ ניט, האלטנדיק אינ האנט, אָנעלעקטריזירנ א מעשנ פּרענטל, אפילע אָנרירנדיק מיט דעמ דאָזיקנ פּרענטל אנ אָנגעלאָדענעמ קערפּער?

41. פארוואָס ווערט אנ אָנגעלאָדענער עלעקטראָסקאָפּ אויסגעלאָדנ, ווענ מע רירט זיכ צו צו זייַנ קייַלעכל מיט דער האנט?

42. פארוואָס רעקאָמענדירט זיכ בייס די עקספּערימענטנ אפּ עלעקטריזאציע אונטערהענגענ פארשיידענע אָנגעעלקטריזירטע קערפּערס ניט אפּ פּאָשעטע פעדעמ, נאָר אפּ זייַדענע?

43. וויִאזוי קאָנ מענ מיט דער הילפ פונ אנ עלעקטראָסקאָפּ באשטימענ, מיט וואָס פאר אנ עלעקטרע עס איז אָנגעלאָדנ א קערפּער?

44. וואָסערע קערפּערס רופנ מיר דורכפירערס, וועלכע—איזאָליאטערס? ווייַזט אָנ עטלעכע דורכפירערס אונ עטלעכע איזאָליאטערס.

45. פארוואָס מאכט מענ די פארייניקונג פונ עלעקטרישע קייטנ מיט דער הילפ פונ מעטאלענע דראָטנ?

46. באטראכט, וויִאזוי איז געבויט דער דראָט אפּ אייַנצושליסנ דעמ עלעקטרישנ לאָמפּ. ווייַזט אָנ די אָנווענדונג פונ די פארשיידענע מאטעריאלנ, וואָס זייַנענ אויסגענוצט בא דעמ דאָזיקנ דראָט.

47. פארוואָס מאכט מענ שטעפּסעל־ראָזעטקעס פאר לאָמפּנ פונ פּאָרצעלייַ?

48. פארוואָס קלינגט ניט קיינ גוט גלעקל, ביז מע דריקט ניט אָנ אפּ זייַנ קנאָפּקע?

49. צייכנט אָנ די סכעמע פונ די פארייניקונגענ אינ דער קייט פונ א קעשענע־לאָמפּ?

50. צייכנט אָנ די סכעמע פונ דער קייט פונ אנ עלעקטריש גלעקל מיט איינ קנאָפּקע?

51. צייכנט אָנ די סכעמע פונ דער קייט פונ אנ עלעקטריש גלעקל מיט צוויי קנאָפּקעס, מיט וועלכע מע קאָנ קלינגענ פונ צוויי פארשיידענע צימערנ.

52. צייכנט אָנ די סכעמע פונ א קייט, וואָס באשטייט פונ אנ עלעקטרישנ לאָמפּ אונ פונ א שטראָמ־קוואל. באצייכנט אפּ דער דאָזיקער סכעמע מיט א ווייַזער די ריכטונג פונעמ שטראָמ אינ דער קייט. באצייכנט מיט אנ אנדער ווייַזער די ריכטונג פונ די עלעקטראָנענ אינ דער דאָזיקער קייט.

קאפיטל III.

# פארוואנדלונג פונ עלעקטרישער ענערגיע אינ כעמישער אונ פארקערט.

**25. עלעקטרישער שטראָמ אינ מעטאלנ.** א קופערנער דראָט קאָנ זיכ אָנגליִענ ביז רויט, אויב מע זאָל דורכ אים דורכלאָזנ עלעקטרישנ שטראָמ. אָבער עס איז גענוג נאָר אָפּצושטעלנ דעמ שטראָמ אונ לאָזנ דעמ דראָט זיכ אָפּקילנ, בלייבט ער ווידער דער זעלבער, ווי ער איז געווענ ביזנ עקספּערימענט. זײַנ כעמישער באַשטאַנד ענדערט זיכ ניט. דער געלערנטער ריקס האָט אינ מעשעכ פונ א גאַנצ יאָר דורכגעלאָזט שטראָמ דורכ דרײַ צילינדערס, וואָס זײַנענ געלעגנ שטײַפּ אײַנער אפנ צווייטנ: א קופערנעמ, אנ אליומינענעמ אונ אנ אײַזערנעמ. קיינשומ ענדערונג אינ דער וואָג פונ די צילינדערס האָט ער ניט אײַנגעפונענ. די דאָזיקע עקספּערימענטנ דערווײַזנ, אז שטראָמ אינ מעטאלנ באַקומט זיכ ניט אדאַנק דער באַוועגונג פונ די אטאָמענ אונ מאָלעקולעס.

דעריבער דאַרפנ מיר זאָגנ, אז בײַמ דער שטראָמ גייט דורכ מעטאלנ, באַטייליקנ זיכ אינ דעמ אויסשליסלעכ די עלעקטראָנענ, וועלכע רוקנ זיכ איבער פרײַ אינ די צווישנאַטאָמדיקע רוימענ. די פּאָזיטיוו־אָנגעלאָדענע מאָלעקולעס אונ אטאָמענ האַלטנ זיכ אײַנ אינ האַרטע דורכפירערס אפ זייערע ערטער. אינ 1916 יאָר האָבנ צוויי ענגלישע געלערנטע סטיואַרט אונ טאָלמענ געמאַכט אזא עקספּערימענט. זיי פלעגנ נעמענ שפּולנ פונ פאַרשיידענע מעטאלנ, פאַרבינדנ די עקנ פונ זייערע דורכפירערס מיט א גאלוואנאָמעטער אונ ברענגענ די שפּולנ אינ זייער א שנעלער דריי־באַוועגונג. נאָכדעמ פלעגנ זיי פּלוצלינג אָפּשטעלנ זיי. דערבײַ האָט זיכ געלאָזט באַמערקנ, אז נאָכדעמ, ווי די שפּולנ פלעגנ זיכ אָפּשטעלנ, פלעגט דורכ זיי אינ מעשעכ פונ א קורצער צײַט גיינ א שטראָמ.

די דערקלערונג פונ דעמ דאָזיקנ עקספּערימענט איז אזא: אינעווייניק אינעמ מעטאל זײַנענ פאַראַנ פרײַע עלעקטראָנענ, אונ אז מע האָט געגעבנ דער שפּול א געוויסע גיכקײַט, האָבנ די זעלביקע גיכקײַט באַקומענ אויכ די עלעקטראָנענ. באַמ אָפּשטעלנ די שפּולנ זײַנענ די פרײַע עלעקטראָנענ, וואָס באַוועגנ זיכ לויט אינערציע, אוועקגעגאַנגענ ווײַטער אונ האָבנ געגעבנ א שטראָמ אינ דער ריכטונג, אינ וועלכער עס האָט זיכ געדרייט די שפּול.

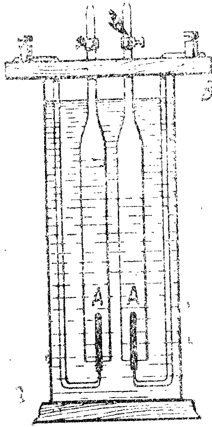
פראגעס.

53. וואָס שטעלט מיט זיכ פאָר אנ עלעקטרישער שטראָמ אינ האַרטע דורכפירערס?

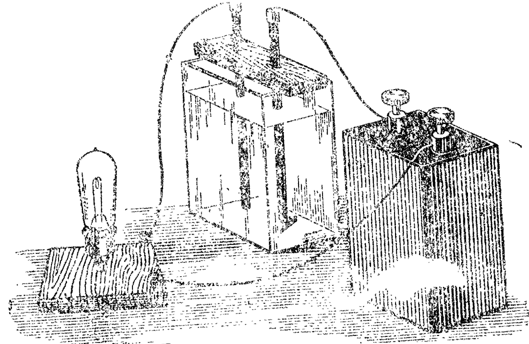
54. צי באַטייליקנ זיכ אינ דער באַוועגונג פונעמ עלעקטרישנ שטראָמ די אטאָמענ אונ די מאָלעקולעס פונעמ האַרטנ דורכפירער?

55. וואָס פאַר אנ עקספּערימענט האָט מענ דורכגעמאַכט, אפ צו דערווײַזנ, אז אנ עלעקטרישער שטראָמ אינ האַרטע דורכפירערס דאָס איז דער שטראָמ פונ פרײַע עלעקטראָנענ?

**26. עלעקטראָליז.** לאָמיר אַרײַנשטעלנ אינ א גלעזערנער קיילע אפ א געוויסנ אָפשטאנד איינעמ פונעמ צווייטנ צוויי קוילנ־שטעקעלעכ, צו וועלכע מירנ צופעסטיקנ די דורכפירערס פונ א שטראָמ־קוואל (פיג. 40). אינ איינעמ פונ די דאָזיקע דורכפירערס וועלנ מיר אײַנשליסנ אנ עלעקטרישנ לאָמפ. נאָכנ אײַנשליסנ די דורכפירערס באמערקנ מיר, אז דער לאָמפ ברענט ניט; צווישנ די עקנ פונ די קוילנ־שטעקעלעכ איז די קייט איבערגעריסנ, אונ איבער דעמ גייט ניט קיינ שטראָמ אינעמ לאָמפ. לאָמיר אָנגיסנ ריינ וואסער




פיג. 41.



פיג. 40.

אינ דער קיילע. אינ דעמ דאָזיקנ פאל ברענט אויכ ניט דער לאָמפ, כאָטש צווישנ די פלאסטינקעס קוילנ איז פאראנ א שיכט וואסער. הייסט עס, ריינ וואסער לאָזט ניט דורכ אָדער לאָזט קימאט ניט דורכ קיינ שטראָמ.

מירנ אויסשליסנ די דורכפירערס פונ די קוילנ־שטעקעלעכ אונ מירנ אײַנשליסנ צווישנ זיי א טרוקענעמ קריסטאל פונ קופער־וויטריאָל. דער לאָמפ ברענט איצט אויכ ניט; דער קריסטאל פונ קופער־וויטריאָל לאָזט ניט דורכ אָדער לאָזט שלעכט דורכ שטראָמ. מירנ צעלאָזנ קופער־וויטריאָל אינ וואסער אונ ארײַנגיסנ דעמ דאָזיקנ צעלאָז אינ דער קיילע מיט די קוילנ־שטעקעלעכ, וואָס זײַנענ אײַנגעשלאָסנ אינ דער קייט פונעמ שטראָמ. מיר באמערקנ, אז עס גייט שטראָמ אונ אפ איינעמ פונ די קוילנ־שטעקעלעכ לייגט זיכ אָפ קופער.

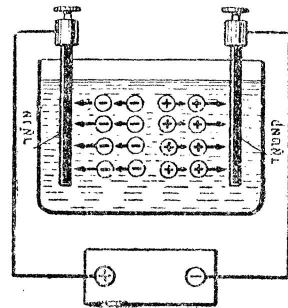
פונקט אזוי קאָנענ מיר זיכ איבערצײַגנ אינ דעמ, אז וואסער הייבט אָנ דורכלאָזנ שטראָמ, ווענ מע גיסט צו צו אימ עטלעכע טראָפנס שוועבלזויערס. דער שטראָמ גייט דורכ דעמ צוגעזײַערטנ וואסער, אונ אפ די קוילנ־שטעקלעכ טיילנ זיכ אויס בלעזלעכ גאז.

מירנ צונויפזאמלענ די גאזנ, וואָס טיילנ זיכ דאָ אויס. צוליב דעמ גיסנ מיר אָנ אינ א סלוי א לײַכטנ צעלאָז פונ שוועבלזויערס, אונ מיר לאָזנ אהינ אראָפ צוויי קופערנע דראָטנ מיט דינע קײַלעכיקע קוילנ־שטעקעלעכ אפ זייערע עקנ (פיג. 41). דער טייל דראָט, וואָס געפינט זיכ אינ סלוי, איז גוט איזאָלירט אינ גלעזערנע טרײַבלעכ, אונ די טרײַבלעכ גופע זײַנענ אײַנגעפעסטיקט אינ א פאראפינירטנ ברעטל *B*. דורכלאָזנדיק שטראָמ דורכ דער קייט אונ צונויפזאמלענדיק די גאזנ, באמערקנ מיר, אז איינער פונ די דאָזיקע גאזנ איז וואסערשטאָפ, אונ דער צווייטער — זויערשטאָפ.

פליסיקייטן, אין וועלכע מע באמערקט כעמישע דערשיינונגען, ווען דורך זיי גייט דורך שטראָם, הייסן **עלעקטראָליטן**. די דערשיינונגען, וואָס קומען פאָר אין די עלעקטראָליטן, ווען דורך זיי גייט דורך שטראָם, הייסן **עלעקטראָליז**.

די פּלאַסטינקעס, וואָס מע לאָזט אַראָפּ אינעם עלעקטראָליט, און וואָס מיט זייער הילף שליסט מען איין דעם עלעקטראָליט אין דער קייט פונעם שטראָם, הייסן **עלעקטראָדן**. דער עלעקטראָד, וואָס איז פאַרייניקט מיטן פּאָזיטיוון קלעם פונעם שטראָם־קוואַל, הייסט **אַנאָד**; דער צווייטער עלעקטראָד הייסט **קאַטאָד**. די דערשיינונג פון עלעקטראָליז ווערט דערקלערט אַזוי:

באַם צעלאָזן אַ שטאָף צעלייגן זיך (דיסאָציירן) זיינע מאָלעקולעס, אונטער דער ווירקונג פון די וואַסער־מאָלעקולעס, אויף זייערע באַשטאַנדטיילן. אַז די מאָלעקולעס ווערן צעפאַלן, פאַרטיילן זיך די עלעקטראָנען ניט־גלייכמעסיק. די אַטאָמען און גרופּעס אַטאָמען, אין וועלכע עס וועט זיין ווייניקער עלעקטראָנען, איידער פּאָזיטיוו־אָנגעלאָדענע טיילעכלעך, וועלן האָבן אַ פּאָזיטיוון אָנלאָד, און יענע, אין וועלכע עס וועלן אַריבערגיין די איבעריקע עלעקטראָנען, וועלן האָבן אַ נעגאַטיוון אָנלאָד. אַזעלכע אָנגעלאָדענע אַטאָמען אָדער גרופּעס אַטאָמען הייסן **יאָנען**[1]. די אָנלאָדן פון די יאָנען, וואָס האָבן זיך אויסגעבילדעט באַם פאַנאַנדערפאַלן פון די מאָלעקולעס, זיינען גלייך לויט דער גרייס, ווייל באַם פאַרייניקן זיך גיבן זיי אַ מאָלעקולע, וועלכע ווייזט ניט אַרויס קיין עלעקטריזאַציע. דער דאָזיקער דיסאָציאַציע־פּראָצעס פון מאָלעקולעס אויף יאָנען קומט פאָר אין דעם צעלאָז די גאַנצע צייט. אָבער צוזאַמען מיט אים גייט אויך אַ פאַרקערטער פּראָצעס פון פאַרייניקן יאָנען אין ניט קיין אָנגעלאָדענע מאָלעקולעס, ווייל די יאָנען באַוועגן זיך אָן אויפהער, און דעריבער שטויסן זיי זיך צונויף צווישן זיך. ביידע פּראָצעסן — דיסאָציאַציע פון מאָלעקולעס און דער פאַרקערטער פּראָצעס — דאָס אויסבילדן מעלעקולעס פון יאָנען — קומען פאָר גלייכצייטיק.



פיג. 42.

לאָמיר באַטראַכטן די דערשיינונג פון עלעקטראָליז אין אַ צעלאָז פון זאַלצזויערס ($HCL$). אין דעם דאָזיקן צעלאָז זיינען אויסער די נייטראַלע מאָלעקולעס $HCL$ פאַראַן צעפאַלענע טיילעכלעך זאַלצזויערס: וואַסערשטאָף־אַטאָמען ($H$), וואָס יעדערער פון זיי האָט אָנגעוואָרן צו איין עלעקטראָן און וואָס טראָגן דעריבער אויף זיך אַ פּאָזיטיוון אָנלאָד, און כלאָר־אַטאָמען ($Cl$), וואָס האָבן באַקומען דעם איבעריקן עלעקטראָן, און האָבן דעריבער אַ נעגאַטיוון אָנלאָד (פיג. 42).

אויב מע זאָל אין אַזאַ צעלאָז אַריינפירן עלעקטראָדן, וואָס זיינען פאַרייניקט מיט די פּאָליוסן פון אַ שטראָם־קוואַל, וועלן זיך די יאָנען נעמען באַוועגן צו די

[1] יאָ ן באַטייט אַ גייענדיקער.

עלעקטראָדנ. די פּאָזיטיוו־אָנגעלאָדענע יאָנענ, וואָס באַוועגנ זיך צומ קאַטאָד, ווערנ אָנגערופֿנ ק א ט י אָ נ ע נ; די נעגאַטיוו־אָנגעלאָדענע יאָנענ, וואָס באַוועגנ זיך צומ אַנאָד, ווערנ אָנגערופֿנ א נ י אָ נ ע נ. פּאָזיטיווע וואַסערשטאָפֿ־יאָנענ וועלנ זיך באַוועגנ צומ קאַטאָד, ווײַל די קאַטאָד־פּלאַסטינקע פֿאַרמאָגט אײַנגעשאַפֿטנ פֿונ א נעגאַטיוו־אָנגעלאָדענעמ קערפּער, און די יאָנענ פֿונ כלאָר — צומ אַנאָד, ווײַל די אַנאָד־פּלאַסטינקע פֿאַרמאָגט אײַנגעשאַפֿטנ פֿונ א פּאָזיטיוו אָנגעלאָדענעמ קערפּער. דערגרייכנדיק ביז די עלעקטראָדנ, וועלנ די יאָנענ פֿונ וואַסערשטאָף און כלאָר אָפּגעבנ די עלעקטראָדנ זייערע אָנלאָדנ, וועלנ זיך פֿאַרוואַנדלענ אינ ניט קיינ אָנגעלאָדענע אַטאָמענ און וועלנ זיך אויסטיילנ פֿונ דעמ צעלאָז אינ דער פֿאָרמ פֿונ גאַז.

די באַוועגונג פֿונ די יאָנענ אינ דעמ צעלאָז דינט אלס א באַדינג גלײַכצײַטיק פֿאַר צוויי פּראָצעסנ: פֿאַר דער אויסטיילונג פֿונ שטאָף אַפֿ די עלעקטראָדנ און פֿאַרנ דורכגיינ פֿונעמ שטראָמ דורכ דעמ צעלאָז אדאנק דעמ, וואָס די יאָנענ טראָגנ איבער די עלעקטראָנענ. קיינ אומיטלבאַרע באַוועגונג פֿונ עלעקטראָנענ (אזוי ווי אינ מעטאַלנ) קומט אינ קיינ עלעקטראָליטנ ניט פֿאָר.

פֿ ר א ג ע ס.

56. וואָס איז אזוינס עלעקטראָליז?

57. וואָסערע דורכפֿירערס הייסנ עלעקטראָליטנ?

58. וואָס ווערט אָנגערופֿנ עלעקטראָליטישע דיסאָציִאַציע?

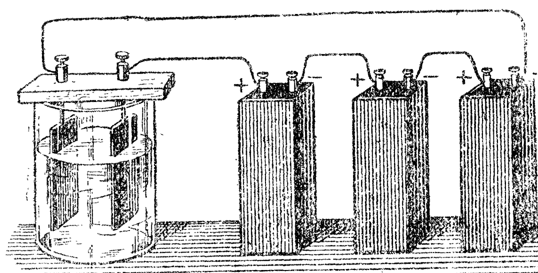
59. וואָס ווערט אָנגערופֿנ יאָנ?

60. אינ וועלכע ריכטונגענ באַוועגנ זיך די פּאָזיטיווע און נעגאַטיווע יאָנענ אינ דעמ צעלאָז, אויב דורכנ צעלאָז גייט דורכ א שטראָמ?

61. פֿאַרוואָס באַוועגנ זיך די פּאָזיטיווע יאָנענ אינ צעלאָז צומ קאַטאָד צו און די נעגאַטיווע — צומ אַנאָד?

## 27. עלעקטראָליז פֿונ א צעלאָז פֿונ קופּער II־סולפֿאַט.

לאָמיר דורכלאָזנ שטראָמ דורכ א צעלאָז פֿונ קופּער־וויטריאָל, נעמענדיק אלס עלעקטראָדנ צוויי קופּערנע פּלאַסטינקעס. די דאָזיקע פּלאַסטינקעס דאַרפֿ מענ אפֿריִער זייער פֿײַנקטלעך אָפּוועגנ (פֿיג. 43). אינ א מינוט 15 ארומ לאָמיר אויסשליסנ דעמ שטראָמ, אויסוואַשנ די פּלאַסטינקעס און אויסטריקענענ זיי. אַפֿ דער קאַטאָד־פּלאַסטינקע וועט זײַנ דײַטלעך קענטיק דאָס קופּער, וואָס האָט זיך אויסגעטיילט. אויב מע זאָל ווידער אָפּוועגנ די קאַטאָד־פּלאַסטינקע, וועט זיך אַרויסווײַזנ, אז די פּלאַסטינקע איז געוואָרנ שווערער; אָפּוועגנדיק די אַנאָד־פּלאַסטינקע, קאָנ מענ באַמערקנ, אז זי איז געוואָרנ גרינגער אַנ ערעך אַפֿ אזויפֿיל, אַפֿ וויפֿל עס איז געוואָרנ שווערער די קאַטאָד־פּלאַסטינקע. פֿונדאַנענ קומענ מיר צומ אויספֿיר, אז בײַמ עלעקטראָליז פֿונ קופּער־וויטריאָל טיילט זיך אויס אַפֿנ קאַטאָד ריינער קופּער, און די אַנאָד־פּלאַסטינקע צעלאָזט זיך און גייט אריבער אינ דעמ צעלאָז.

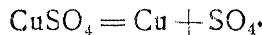


פֿיג. 43. דאָס צעלייגנ א צעלאָז פֿונ קופּער־וויטריאָל.

אפנ גרונט פונ דער טעאָריע וועגנ עלעקטראָליטישער דיסאָציאַציע קאָנ מענ דעמ עלעקטראָליז פונ א צעלאָז פונ קופּער־וויטריאָל דערקלערנ אזוי: אינ דעמ צעלאָז זײַנעג פאראנ מאָלעקולעס $CuSO_4$, פּאָזיטיווע קופּער־יאָנענ $(Cu)$ אונ נעגאטיווע יאָ־נענ $(SO_4)$. דערבײַ קאָנענ די פּאָזיטיווע אונ נעגאטיווע יאָנענ זיכ פאראייניקנ צווישנ זיכ אונ אויסבילדנ מאָלעקולעס $CuSO_4$, אונ מאָלעקולעס קאָנענ פונ זייער זײַט זיכ צעפאלנ אפּ יאָנענ. די אטאָמענ קופּער $(Cu)$ פארלירנ בא דער דיסאָציאַציע א טייל פונ זייערע עלעקטראָנענ אונ לאָדנ זיכ אָנ פּאָזיטיוו, אונ די אטאָמענ פונ דער זויערקײַט־רעשט $(SO_4)$ באקומענ עלעקטראָנענ אונ לאָדנ זיכ אָנ נעגאטיוו.

אינ דער פליסיקײַט וועט זיכ אײַנשטעלנ א באוועגונג פונ די יאָנענ $Cu$ צומ קאטאָד אונ פונ די יאָנענ $SO_4$ צומ אנאָד. דער גאנצער פּראָצעס פונ עלעקטראָליז אינעמ צעלאָז פונ קופּער־וויטריאָל באשטייט פונ צוויי טיילנ, וועלכע מע קאָנ אויס־דריקנ דורכ גלײַכונגענ:

1. דער ערשטיקער עלעקטראָליטישער פּראָצעס:



$$CuSO_4 = Cu + SO_4.$$

2. דער צווייטיקער כעמישער פּראָצעס:



$$SO_4 + H_2O = H_2SO_4 + O.$$

דאָס קופּער, וואָס לייגט זיכ אָפּ אפנ קאטאָד, איז א פּראָדוקט פונ ערשטיקנ עלעקטראָליטישנ פּראָצעס, אונ דער גאזארטיקער זויערשטאָף אפנ אנאָד איז דער פּראָדוקט פונעמ צווייטיקנ כעמישנ פּראָצעס.

פראגעס.

62. וואָס קומט פאָר מיט א צעלאָז פונ קופּער־וויטריאָל, דורכ וועלכנ עס גייט א שטראָמ?

63. אפּ וועלכנ פונ די עלעקטראָדנ טיילנ זיכ אויס פונ דעמ צעלאָז טיילעכלעכ קופּער אונ טיילעכלעכ זויערשטאָף.

## 28. עלעקטראָליז פונ צעפּירטנ שוועבלזויערס.

דער עלעקטראָליז פונ צוגעזײַערטנ וואסער, וואָס איז פריער באשריבנ געוואָרנ, קאָנ דערקלערט ווערנ אפּ אזא אויפנ. א מאָלעקולע שוועבלזויערס, געפינענדיק זיכ אינ דעמ צעלאָז, צעפאלט זיכ אפּ צוויי וואסערשטאָף־יאָנענ אונ אפּ איינ יאָנ $SO_4$:



$$H_2SO_4 = H + H + SO_4.$$

יעדער וואסערשטאָף־יאָנ האָט איינ פּאָזיטיוונ אָנלאָד, ווײַל דער אטאָמ וואסערשטאָף האָט פארלאָרנ איינ עלעקטראָנ. אז עס פאראייניקנ זיכ די צוויי יאָנענ $H$ אונ $SO_4$, באקומט זיכ א נייטראלע מאָלעקולע פונ שוועבל־זויערס $H_2SO_4$. הייסט עס, אז $SO_4$ דארפ אפּ זיכ האָבנ צוויי נעגאטיווע אָנלאָדנ. די יאָנענ וואסערשטאָף אינ דעמ צעלאָז וועלנ זיכ באוועגנ צומ קאטאָד, אונ די יאָנענ $SO_4$ — צומ אנאָד. די זויערקײַט־רעשט $SO_4$, רעאגירנדיק מיט א מאָלעקולע וואסער, גיט שוועבלזויערס אונ זויערשטאָף, וואָס טיילט זיכ אויס אפנ אנאָד.

דער עלעקטראָליז־פּראָצעס פונ שוועבלזויערס באשטייט פונ צוויי טיילנ, וועלכע מע קאָנ אויסדריקנ דורכ פאָלגנדיקע גלײַכונגענ:

1. דער ערשטיקער עלעקטראָליטישער פּראָצעס:



$$H_2SO_4 = H + H + SO_4.$$

2. דער צווייטיקער כעמישער פּראָצעס:



$$SO_4 + H_2O = H_2SO_4 + O.$$

אפנ קאַטאָד וועט זיכ אויסטיילנ וואסערשטאָפ אונ אפנ אנאָד — דער פרייַער זויערשטאָפ. דאָס זעענ מיר טאקע פאקטיש.

פראגעס.

64. וואָס קומט פאָר מיט א צעלאָז פונ שוועבלזויערס, דורכ וועלכנ עס גייט דורכ א שטראָם?

65. אפ וועלכנ עלעקטראָד טיילט זיכ אויס באמ עלעקטראָליז פונ שוועבלזויערס וואסערשטאָפ, אפ וועלכנ — זויערשטאָפ?

**29. סכומ עלעקטרע. קולאָנ.** דורכלאָזנדיק שטראָמ דורכ א צעלאָז פונ קופּער־וויטריאָל, וועלנ מיר באָבאכטנ וויאזוי עס טיילט זיכ אויס קופּער אפנ קוילענעמ קאטאָד. די פּראקטיק באווייַזט, אז אפריער וועט זיכ דער קוילענער קאטאָד באדעקנ מיט א קוימ באמערקבארנ שיכט קופּער. נאָכדעמ, וואָס לענגער מע וועט דורכלאָזנ דעמ שטראָמ, אלצ גרעסער וועט דער שיכט קופּער אפנ קאטאָד. אויב מע זאָל גאָר לאנג דורכלאָזנ דעמ שטראָמ, קאָנ מענ באקומענ אפנ קויל א גאנצ גראָבנ שיכט קופּער, צו וועלכנ עס איז לייַכט, אשטייגער, צוצולייטנ א קו־פּערנעמ דראָט. דאָס טוט מענ טאקע אפ דער פּראקטיק.

אזוי ווי איג די צעלאָזנ פונ זאלצנ אונ זויערסנ גייענ איבער די עלעקטרישע אָנ־לאָדנ צוזאמענ מיט די טיילעכלעכ שטאָפ, איז וואָס מער שטאָפ עס וועט אויס־געטיילט ווערנ אפנ קאטאָד, אלצ מער אָנלאָדנ וועט דורכגיינ דורכנ צעלאָז.

דער בארימטער ענגלישער פיזיקער פאראדיי, דערלערנענדיק די דערשייַנונגענ פונ עלעקטראָליז, האָט אייַנגעשטעלט דעמ געזעצ פונ דער דאָזיקער דערשייַנונג.

> דער וואָג־סכומ פונעמ שטאָפ, וואָס לייגט זיכ אָפ באמ עלעקטראָליז, איז גלייַכ־פּראָפּאָרציאָנעל דעמ סכומ עלעקטרע, וואָס איז דורכגעגאנגענ דורכ דעמ צעלאָז.

אפנ גרונט פונ דעמ דאָזיקנ געזעצ קאָנ מענ אייַנשטעלנ אנ איינס פונעמ סכומ עלעקטרע.

> פאר אנ איינס פונ עלעקטרע איז אָנגענומענ אזא סכומ עלעקטרע, וועלכער טיילט אויס אפנ קאטאָד פונעמ צעלאָז פונ א זילבערזאלצ 1,118 מיליגראמ זילבער. דער דאָזיקער איינס הייסט קולאָנ.

ב ייַ ש פּ י ל. וויפל קולאָנ עלעקטרע איז דורכגעגאנגענ דורכ א צעלאָז פונ זילבערזאלצ, אויב אפנ קאטאָד האָט זיכ אויסגעטיילט 2 236 מג?

ל יי ז ו נ ג. 1,118 מג טיילט אויס 1 קולאָנ.

2 236 מג טיילט אויס $\frac{2\,236}{1{,}118}$, ד. ה. 2 000 קולאָנ.

פאראדיי האָט דערוויזן, אז דער וואָג־סכום פון פארשיידענע שטאָפן, וואָס אײַ קולאָנ עלעקטרע טיילט אויס אפן קאטאָד, איז א פארשיידענער, נאָר אפ יעדער געגעבענעם שטאָפ איז ער א באשטענדיקער.

אזוי צום בײַשפּיל, טיילט איין קולאָנ שטענדיק אויס: קופער — 0,328 מג; ניקל— 0,304 מג; צינק 0,338 מג אונ אז. וו.

**פראגעס.**

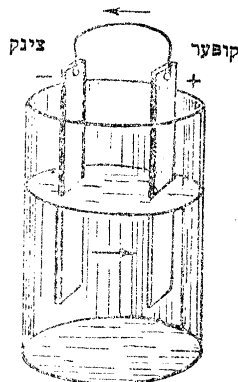
66. לויט וואָס קאָנ מענ זיך דערוויסנ, וויפל עלעקטרע איז דורכגעגאנגענ דורכ דער קייט?

67. וואָס איז אָנגענומענ געוואָרנ פאר אנ איינס פונעם סכום עלעקטרע?

## 30. וואָלטאס עלעמענט.

דער איינפאכסטער קוואל פונ שטראָם איז וואָלטאס עלעמענט, וואָס הייסט אזוי לויטנ נאָמענ פונעם געלערנטנ וואָלטא.

וואָלטאס עלעמענט (פיג. 44) באשטייט פונ צוויי פלאסטינקעס — א קופערנער אונ א צינקענער, וואָס זײַנען אײַנגעשטעלט אינ א צענ־פּראָצענטיקנ צעלאָז פונ שוועבלזויערס. דער פּאָזיטיווער עלעקטראָד איז אים איז דאָס קופער, דער נעגאטיווער — דאָס צינק. דער שטראָם אינ דער אויסערלעכער קייט גייט פונעם קופער צום צינק. צוקוקנדיק זיך צו דעם, וואָס עס קומט פאָר מיט אונדזערע פלאסטינקעס, ווענ דער עלעמענט ארבעט, באמערקנ מיר, אז דאָס צינק ווערט צעלאָזט, אונ אפ דער קופערנער פלאסטינקע טיילט זיך אויס א גאז — וואסער־שטאָף. הייסט עס, אז דאָס באקומענ עלעקטרישע ענערגיע פונעם עלעמענט איז פארבונדנ מיט א כעמישער רעאקציע פונ די שטאָפנ, וואָס גייענ ארײַנ אינ באשטאנד פונעם עלעמענט.




פיג. 44. וואָלטאס־עלעמענט.

לאָמיר צושליסנ א פריש־צונויפגעשטעלטנ עלעמענט צו די קלעמענ פונ אנ עלעקטריש גלעקל. דאָס גלעקל קלינגט אפריער הויכ, דערנאָכ ווערט עס ביסלעכווײַז שטילער אונ הערט אופ אינגאנצנ צו קלינגענ. דער שטראָם אינ דער קייט האָט זיך פארקלענערט.

די דאָזיקע אָפּשוואכונג פונ דעם שטראָם, וואָס עס גיט דער עלעמענט אינ דער געגעבענער קייט, איז א רעזולטאט פונ דער אזויגערופענער פּאָליאריזאציע פונ דעם עלעמענט. איינע פונ אירע אנטפלעקונגענ באשטייט אינ דעם, וואָס דער וואסער־שטאָפ, וועלכער טיילט זיך אויס אפנ קופער אונ גיט אָפּ דעם קופער זײַנע אָנלאָדונ־, באדעקט די פלאטטינקע מיט בלעזלעכ גאז אונ מיט דעם שטערט ער, אז צו דער פלאסטינקע זאָלנ צוקומענ נײַע וואסערשטאָף־יאָנענ פונ דעם צעלאָז. קעדיי צו באזײַ־טיקנ די פּאָליאריזאציע פונ דעם עלעמענט, טוט מענ ארײַנ אינ דעם צעלאָז פאר־שיידענע כעמישע שטאָפנ, וואָס הייסנ דעפּאָליאריזאטערס; זיי דערלאָזנ ניט, אז דער וואסערשטאָף זאָל זיך אָפּזעצנ אפנ פּאָזיטיוונ עלעקטראָד פונעם עלעמענט. מײַנסטנס נוצט מענ פאר א דעפּאָליאריזאטער אזא שטאָף, וואָס אנטהאלט אינ זיך אסאכ זויערשטאָף. דער דאָזיקער זויערשטאָף טיילט זיך אויס, פארייניקט זיך מיטנ וואסערשטאָף אונ גיט וואסער.

אזוינע שטאָפּנ זײַנענ פאראנ אסאכ. זייער אָפּט נוצט מענ, צום בײַשפּיל, מאנגאנ־אָקסיד אונ קאלי־ביכראָמאט.

פ ר א ג ע ס.

68. וואָס הייסט פּאָליאריזאציע פונ אנ עלעמענט ?

69. וויאזוי הייסנ די שטאָפנ, וואָס מע נוצט זיי אפּ צו פארניכטנ די פּאָליאריזאציע פונ אנ עלעמענט?

**31. גרענעס עלעמענט.** גרענעס עלעמענט געהערט צום טיפּ עלעמענטנ, וואָס פּאָליאריזירנ זיכ ניט. אלס עלעקטראָדנ דינענ אינעם דאָזיקנ עלעמענט פלאסטינקעס פונ צינק אונ פונ קויל, וואָס זײַנענ ארײַנגעשטעלט אינ א צעלאָז, וועלכער באשטייט פונ 1000 סמ³ וואסער, 100 ג קאלי־ביכראָמאט אונ 100 סמ³ שוועבל־זויערס.

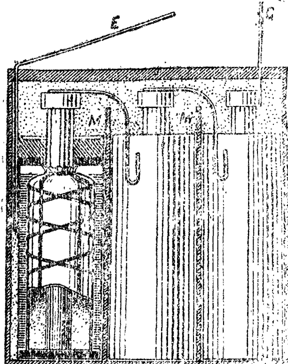
| |
|---|
| פארנ פּאָזיטיוונ עלעקטראָד דינט קויל, פארנ נעגאטיוונ — צינק. |

אלס דעפּאָליאריזאטער איז דאָ קאלי־ביכראָמאט. בייס מע נוצט ניט דעם עלעמענט, נעמט מענ ארויס די פלאסטינקעס צינק פונ דער פליסיקײַט, ווײַל דער צעלאָז צעעסט דאָס צינק.

פ ר א ג ע.

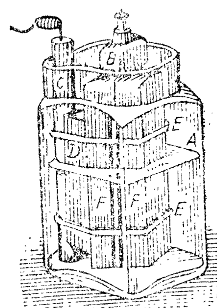
70. וויאזוי איז געבויט גרענעס־עלעמענט ?

**32. לעקלאנשעס עלעמענט.** לאָמיר צענעמענ אנ אלטע אויסגענוצטע באטארייקע, אראָפּנעמענדיק פונ איר פּאָרזיכטיק מיט א מעסער דעם פאפירענעם באדעק (פיג. 45). זי באשטייט פונ דרײַ קליינינקע צינקענע צילינדערלעכ, וואָס זײַנענ שוינ אינ אסאכ ערטער צעשטערט. לאָמיר אראָפּנעמענ מיט א מעסער איינעם פונ די דאָזיקע צילינדערלעכ, צעשנײַדנדיק אימ אפּ טיילנ. אינעווייניק אינ צילינדער געפינט זיכ א לײַוונטנ זעקעלע, וואָס איז אָנגעשטאָפּט מיט א געמיש פונ מאנגאנאָקסיד מיט קויל; אינעווייניק אינ דעם דאָזיקנ געמיש האלט זיכ פעסט א קוילנ־שטעקעלע, וואָס אפּ זײַנ אייבערשטנ ארויסגערוקטנ עק איז אָנגעטאָנ א קופּערנ היטעלע. צווישנ די באזונדערע צינקענע צילינדערלעכ זײַנענ אוועקגעלייגט שטיקעלעכ קארדאָנ M, יעטווידער פונ די צינקענע צילינדערלעכ איז פארייניקט דורכ א דראָט מיטנ קופּערנעמ היטעלע, וואָס אפנ קוילכל פונעמ שכייניש עלעמענט. פונ דעמ עקסטנ צינק פונ איינ זײַט אונ דעמ עקסטנ קופּערנעם היטעלע פונ דער אנדערער זײַט גייענ אפּ אויסנ בלעכענע פאסיקלעכ C אונ E. אויב מע זאָל פאנאנדערנעמענ א באטארייקע נאָכ ניט איינגאנצנ קיינ אויסגענוצטע, קאָנ מענ באמערקנ, אז צווישנ דעם זעקעלע מיט מאנגאנ IV־אָקסיד אונ דעם צינק איז אָנגעגאָסנ עפּעס א קלייסטער.



פיג. 45. א קעשענע־באטארייע (א צעשניט).

דער דאָזיקער קלייסטער איז געמאכט פון א צעלאָז פון נאשאטיר (אמאָני־כלאָריד) מיט מעל. מעל איז צוגעמישט בלויז צוליב דעם, אז דער צעלאָז פון נאשאטיר זאָל זײַן א געדיכטער און זאָל זיך ניט אויסגיסן פון דער באטארייקע. די דאָזיקע דרײַ צילינדערס מיט די קוילכעלעך, וואָס זײַנען אין זיי ארײַנגעשטעלט, זײַנען באזונדערע עלעמענטן פון דער באטארייקע; זיי זײַנען אלע אלציינס געמאכט.



פיג. 46. לעקלאנשעס עלעמענט.

מע קריגט צו קויפן אויך גרויסע עלעמענטן פון אזא סיסטעם. אָפט נוצט מען ניט קיין טרוקענע, נאָר נאסע לעקלאנשעס־עלעמענטן (פיג. 46). זיי באשטייען פון א צינקענעם שטעקעלע $C$ און א פלאסטינקע קויל $B$, וואָס איז ארײַנגעשטעלט צווישן צוויי געפרעסטע פלאסטינקעס $F$ פון מאנגאן IV־אָקסיד. דער צינק איז אָפגעטיילט פונעם מאנגאן־אָקסיד מיט אן איזאָליאטאר $D$. אלץ איז ארײַנגעשטעלט אין א סלוי A, אין וועלכן מע גיסט ארײַן א צעלאָז פון נאשאטיר אין וואסער. לעקלאנשעס עלעמענט, וואָס איז צוגעגרייט אף אזא אויפן, איז פארטיק צום נוצן.

דער פּאָזיטיווער עלעקטראָד איז דאָ דער קויל, דער נעגאטיווער — צינק, אלס דעפּאָליאריזאטער דינט מאנגאן IV־אָקסיד.

**פראגעס.**

71. וויאזוי איז געבויט א קעשענע־באטארייקע?
72. וויאזוי איז געבויט לעקלאנשעס א נאסער עלעמענט?

**33. אקומוליאטערס.** כוץ גאלוואנישע עלעמענטן נוצט מען זייער אָפט אין דער פּראקטיק די אזויגערופענע אקומוליאטערס. די איינפאכסטע מאָדעל פון אן אקומוליאטער באשטייט פון צוויי בלײַענע פלאסטינקעס, וואָס זײַנען ארײַנגעשטעלט אין א צעלאָז פון שוועבלזויערס. אויב מע זאָל מאכן אזא מאָדעל און אויספּרוּוון איר ארבעט, כאָטש אף אן עלעקטרישן גלעקל, קאָן מען זיך איבערצײַגן, אז דער דאָזיקער אקומוליאטער גיט ניט קיין שטראָם. דאָס גלעקל קלינגט ניט.

קעדיי דער אקומוליאטער זאָל ארבעטן, דארף מען אים „אָנלאָדן". קעדיי אָנצולאָדן דעם אקומוליאטער לאָזט מען דורך אים שטראָם פון א וועלכן עס איז שטראָם־קוואל, פאראייניקנדיק די בלײַענע פלאסטינקעס פונעם אקומוליאטער מיט די קלעמען פון דעם שטראָם־קוואל. אין א געוויסער צײַט ארום וועט זיך דער אקומוליאטער אָנלאָדן און וועט געבן שטראָם.

באם דורכלאָזן שטראָם דורכן אקומוליאטער וועט זיך אף דער פלאסטינקע, וואָס איז פאראייניקט מיטן נעגאטיוון פּאָליוס פון דער באטארייע — אפן קאטאָד, — אויסטיילן פון דעם שוועבלזויערס וואסערשטאָף, וועלכער רעדוצירט די בלײַ־אָקסידן אין ריינעם בלײַ. אפן אנאָד פונעם אקומוליאטער טיילט זיך אויס זויערשטאָף, וועלכער אָקסידירט דעם אנאָד־בלײַ אין בלײַ IV־אָקסיד. דער אקומוליאטער וועט זײַן אָנגעלאָדן דעמלט, ווען דער קאטאָד וועט ווערן ריינער בלײַ, און דער אנאָד — בלײַ IV־אָקסיד. אן אָנגעלאָדענער אקומוליאטער איז א צווייטיקער עלעמענט. די עלעקטרישע ענערגיע פונעם גענעראטער האָט ארויסגערופן כעמישע קעגנזײַטיקע ווירקונגען פון די שטאָפן, וואָס גייען ארײַן אין אקומוליאטער, און דאָס האָט געגעבן אפדאָסנײַ עלעקטרישע ענערגיע.

**34. די אָנווענדונג פונ אקומוליאטערס אינ דער טעכניק.** דאָס וואָרט אקומוליאטער באטייט אָנזאמלער. זיינ פונקציע איז אָנזאמלענ די פאראנענע פרייע רעזערווג פונ עלעקטרישער ענערגיע, פארוואנדלענ זיי אינ כעמישער ענערגיע אונ אָפּגעבנ זיי אינ דער פאָרמ פונ עלעקטרישער ענערגיע דאָרטנ אונ דעמלט, ווו אונ ווענ עס איז אינ זיי פאראנ א נייטיקייט.

לאָמיר זיכ פאָרשטעלנ, אז פונ דער עלעקטרישער סטאנציע ארבעטנ טאָג ווי נאכט מאשינעס אפּ צו געבנ שטראָמ דעמ געברויכער. אָבער באטאָג אונ שפּעט אינ דער נאכט דארפ דער געברויכער ווייניק שטראָם, אונ עס בלייבנ פרייע רעזערווג, וועלכע מע קאָנ אָנזאמלענ אינ אקומוליאטערס. אינאָווגט, בייס אלע שליסנ איינ די באלויכטונג קאָנ בא דער סטאנציע ניט קלעקנ קיינ ענערגיע. אָט דאָ וועלנ העלפנ די רעזערווג, וואָס די אקומוליאטערס האָבנ אָנגעזאמלט פארנ טאָג.

אנ אקומוליאטער ארבעט שטענדיק פּינקטלעכ (אז מע באגייט זיכ מיט אימ ווי געהעריק), אונ דאָס אָנלאָדנ אימ קאָסט אסאכ ביליקער, איידער פולשטענדיק איבערבייטנ די אָפּגעארבעטע עלעמענטנ.

מיט דער הילפ פונ אקומוליאטערס קאָנ מענ צושטעלנ עלעקטרישע ענערגיע אינ יעטווידער אָרט. זיי גיבנ שטראָמ אפּ באלייכטנ די איזנבאנ־וואגאָנענ באמ אָפּשטעלנ זיכ, ווענ עס הערנ אופ צו ארבעטנ די דינאמאָמאשינעס פונעמ צוג; א באטארייע אקומוליאטערס גיט שטראָמ דעמ מאָטאָר, וואָס ברענגט אינ באוועגונג אונטערוואסער־שיפלעכ, בייס זיי שווימענ אונטערנ וואסער. אקומוליאטערס פאָדערנ זיכ אינ אנ אווטאָמאָביל אפּ באלייכטנ, בייס ער שטייט אפּ אנ אָרט, אונ קעדיי צו לאָזנ דעמ אווטאָמאָביל אווטאָמאטיש אינ גאנג.

**35. די אָנווענדונג פונ עלעקטראָליז אינ דער אינדוסטריע.** דער ערשטער האָט אָנגעווענדעט עלעקטרישנ שטראָמ צוליב עלעקטראָליז אינ 1807 יאָר דער ענגלישער כעמיקער דעווי. באמ צעלייגנ מיט עלעקטרישנ שטראָמ לויגנ האָט ער באקומענ קאלי אונ נאטרי אינ א מעטאלענעמ צושטאנד. שפּעטער איז עלעקטראָליז אָנגעווענדעט געוואָרנ אפּ צו באדעקנ מעטאלענע זאכנ מיט א שיכט טייערע מעטאלנ — זילבער, גאָלד, פּלאטינ, ניקל. אָבער די שטורמישע אנטוויקלונג פונ עלעקטרעכעמיע האָט זיכ אָנגעהויבנ ערשט נאָכ דעמ, ווי עס איז דערפונדנ געוואָרנ דער מעכטיקער קוואל פונ עלעקטרישער ענערגיע — די דינאמאָמאשינ, וואָס קאָנ געבנ שטראָמ פונ באליביקער גרייס. פונ דעמלט אָנ האָט עלעקטרישע ענערגיע גענומענ אלצ מער אונ מער ארייננדרינגענ אינ דער כעמישער אינדוסטריע. עס האָבנ זיכ געשאפנ איינע פונ די ברייטסטע אינדוסטריע־צווייגנ — די עלעקטרעמעטאלורגיע.

**36. דאָס ראפינירנ קופּער.** כעמיש ריינער קופּער שפּילט א גרויסע ראָליע אינ דער עלעקטרעטעכניק. דאָס איז דער בעסטער מאטעריאל פאר דורכפירערס. דאָס אָפּרייניקנ דעמ קופּער פונ אלע צומישנ הייסט ראפינירנ דעמ קופּער. אזא ראפינירונג פירט מענ לויטנ עלעקטרישנ מעטאָד. אינ הילצערנע באקנ אָדער אינ בעטאָנענע וואנעס גיסט מענ אָנ א צעלאָז פונ קופּער־וויטריאָל. אינ יעדנ פונ זיי לאָזט מענ אראָפּ עטלעכע פאררייניקטע צוזאמענ קופּערנע קאטאָדנ, וואָס זיינענ געמאכט פונ דינע פּלאסטינקעס כעמיש ריינעמ קופּער, אונ צווישנ זיי — עטלעכע אנאָדנ

(גראָבע פלאַסטינקעס פונ געווײנלעכנ ניטרײנעמ קופער, פאַרײניקטע צוזאַמענ מיט דורכפירערס). אַז סע גײט דורכ שטראָמ, לײגט זיכ אָפ אפנ קאַטאָד דאָס רײנע קופער פונעמ קופער־וויטריאָל, אונ דאָס קופער פונעמ אַנאָד ווערט צעלאָזט: די אַנאָד־פלאַסטינקעס ווערנ וואָס ווײַטער אַלצ דינער. די זײַטיקע צומישנ פונ אַנאָד זעצנ זיכ אָפ אפנ דנאָ. ווענ דער קאַטאָד וואַקסט אָנ, אַפ וויפל עס פאָדערט זיכ, נעמט מענ אימ אַרויס פונ דעמ צעלאָז, אונ אָנשטאָט אימ הענגט מענ אופ א נײַע דינע קופערנע פלאַסטינקע. די אויסגענוצטע אַנאָד־פלאַסטינקע פאַרבײַט מענ מיט א נײַער, אונ אַזוי־אַרומ גײט דער פראָצעס אָנ איבערײַס. דער אָגוווּקס־פראָצעס פונעמ קאַטאָד גײט פאַרהעלטניסמעסיק פאַמעלעכ; דעריבער, קעדײ צו באַקומענ א קאַטאָד־פלאַסטינקע פונ 80 קג די וואָג, ווי דאָס טוט מענ געווײנלעכ אַפ אונדזערע זאַוואָדנ, דאַרפ מענ אָנ איבערײַס דורכלאָזנ שטראָמ אינ פאַרלויפ פונ 20—30 מעסלעס.

אינטערעסאַנט איז אָפצומערקנ, אַז אינעמ אַנאָד־אָפזאַץ, אינעמ אַזויגערופענעמ שלאַמ, געפינט זיכ א רײ ווערטפולע אונ זעלטענע מעטאַלנ, אַשטײגער גאָלד, פלאַטינ, זילבער.

אינ אײניקע פאַלנ באַטרעפט די וואָג פונעמ שלאַמ 1% וואָג פונ דער אַנאָד־פלאַסטינקע.

דער ווערט פונ מעטאַלנ, וואָס באַקומענ זיכ אינעמ שלאַמ, דעקט די הויצאָעס אפנ ראַפינירנ, אַזוי אַז כעמיש רײנער קופער טראָגט אויס ניט טײַערער פונ געווײנלעכנ קופער.

קופער, וואָס באַקומט זיכ אַפ אַזאַ עלעקטראָליטישנ אויפנ, הײסט עלעקטראָליטישער קופער.

די אַנטוויקלונג פונ דער עלעקטרעטעכנישער אינדוסטריע אינ אונדזער פאַרבאַנד פאָדערט א ריזיקנ סכומ רײנעמ קופער. די זאַוואָדנ, וואָס זײַנענ געווענ אינ צאַרישנ רוסלאַנד, אונ וואָס זײַנענ פאַרבליבנ האַלב־רויִנירטע, קאָנענ ווײַט ניט באַפרידיקנ די גאַנצע באַדערפעניש. קעדײ צו באַפרײַענ זיכ פונ דער נײטיקײַט אַרײַנצופירנ פונ אויסלאַנד קופער, וואָס פעלט אונדז אויס, איז אינעמ פלאַנ פונעמ ערשטנ אונ צווײטנ פינפיאָר אָנגעמערקט א קאָלאָסאַלע בויונג פונ קופער־שמעלצנדיקע זאַוואָדנ.

די גרונט־רעזערווּנ פונ קופער־אַרצ געפינענ זיכ בא אונדז אינ לאַנד אַפ אוראַל, אַפ קאַווקאַז אונ אינ קאַזאַקסטאַנ.

בא הײַנטיקנ טאָג איז אַפ אוראַל פאַרענדיקט די בויונג פונעמ אוראַלער עלעקטראָליטישנ זאַוואָד, וועלכער גיט יערלעכ ביז 110 טויזנט ט עלעקטראָליטישנ קופער.

פראַגעס

73. וויאַזוי ראַפינירט מענ קופער?

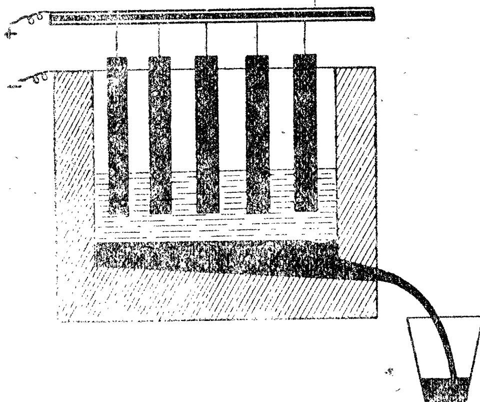
74. וואָס ווערט געטאָנ אינ אונדזער לאַנד, קעדײ צו באַפרידיקנ די באַדערפעניש פונ דער אינדוסטריע אינ קופער?

**37. דאָס אַרויסבאַקומענ אַליומיני.** אַליומיני — א גרינגער ווײַסער מעטאַל, וואָס האָט די סאַמע פאַרשײדנאַרטיקסטע אָנווענדונג, איז אַנטדעקט געוואָרנ ערשט מיט הונדערט יאָר צוריק.

ניט געקוקט אַפ דעמ, וואָס אַליומיני געפינט זיכ אינ לײמ, האָט מענ אימ אָנגעהויבנ אויסנוצנ ניט לאַנג. אינ 1881 יאָר פלעגט מענ אַליומיני באַקומענ אַפ א

לאבאראטאָרישן אופן, און ער האָט געקאָסט אזוי טײַער, ווי גאָלד. אין 1886 יאָר איז די פּרײַז פון אַליומיני געפאלן ביז 50 רובל פאר א קילאָגראם. און איצטער מאכט מען פון אַליומיני די סאמע פארשיידנארטיקע זאכן, אָנהייבנדיק פון געפעס און ענדיקנדיק מיט דורכפירערס פאר די באדערפעניִשן פון עלעקטרעטעכניק.

דער אינדוסטריעלער ארויסבאקום פון אַליומיני איז מעגלעך געוואָרן ערשט דעמלט, ווען מע האָט צוליב דעם גענומען אָנווענדן ביליקע עלעקטרישע ענערגיע.



פיג. 47. דאָס באקומען אַליומיני.

אַליומיני באקומט מען באַם עלעקטראָליז פון צעשמאָלצענעם אַליומיני־ארץ (פיג. 47).

אין ספּעציעלע טיגלען שיט מען ארײַן אַליומיני־ארץ און ליים־ערד (אַליומיני־אָקסיד). דער טיגל גופא דינט פאר א קאטאָד. פאר אן אנאָד דינען קוילענע שטאנגען, וואָס זײַנען ארײַנגעשטעלט אין טיגל. דורכלאָזנדיק שטראָם דורכן ארץ, דערשלאָגט מען זיך, אז דאָס ארץ זאָל זיך צעשמעלצן פון דער ווארעמקײַט, וואָס עס גיט דער שטראָם. צוליב דעם לאָזט מען אפּריִער אראָפּ די קוילענע שטאנגען, ביז זיי קומען אין באַרירונג מיטן טיגל. נאָך דעם, ווי דאָס ארץ ווערט צעשמאָלצן, הייבט מען אוף די קוילן. דער שטראָם נעמט גיין דורך דער צעשמאָלצענער מאסע, און אפן קאטאָד (אפן דנאָ און אף די ווענטלעך פון דעם טיגל) טײלט זיך אויס ריינער אַליומיני. דער צעשמאָלצענער אַליומיני, וואָס איז שווערער פאר זײַן ארץ, לאָזט זיך אראָפּ אפן דנאָ, פונוואנען מע לאָזט אים ארויס דורך א באזונדער עפענונג אין פאָרמעס, קעדיי אָפּצוגיסן.

קעדיי אויסצוארבעטן אַליומיני, דארף מען האָבן ביליקע עלעקטרישע ענערגיע און גוט אַליומיני־ארץ. אזוינע באדינגונגען זײַנען בא אונדז אין פסר״ר פאראן אין ראיאָן פון וואָלכאָווער עלעקטרעסטאנציע, ווו מע האָט ניט לאנג אנטדעקט לאגערן פון אַליומיני־ארץ (טיכווינער באָקסיטן). צום ערשטן מײַ 1932 יאָר האָט מען שוין אויסגעבויט נאָך איין גיגאנט פון דער סאָציאַליסטישער אינדוסטריע, דעם ריזיקן וואָלכאָווער אַליומיני־קאָמבינאט מיט א פּראָדוקטיװקײַט פון 12 טויזנט ט. א יאָר. דער דאָזיקער זאוואָד האָט שוין אָנגעהויבן ארבעטן. אף צו באדינען אים וועט זיך פאָדערן די גאנצע עלעקטרישע ענערגיע פון דער וואָלכאָווער עלעקטרעסטאנציע, וואָס האָט א יערלעכע מעכטיקײַט פון 60 טויזנט קווט. נאָך א גרעסערן זאוואָד־גיגאנט אף 20 טויזנט ט אַליומיני האָט מען אויסגעבויט אפן דניעפּער. מע פארענדיקט אויך בויען אף דעם טײַך סוויר א זאוואָד אף 5 000 ט. אין די נאָענטסטע יאָרן דארף פסר״ר לויטן ארויסבאקום פון אַליומיני ארויסגיין אפן ערשטן אָרט צווישן די אייראָפּײַשע מעלוכעס.

אויסער ריינעם אַליומיני און קופּער, באקומט מען נאָך ארויס בא הײַנטיקן טאָג אף אן עלעקטרישן אופן א גאנצע ריי אנדערע מעטאלן, ווי מאגני, נאטרי, קאַלי,

קאַלצי און אנד. אין דער כעמישער אינדוסטריע פאַבריצירט מען מיט דער הילף פון עלעקטרישן שטראָם סאָדע, כלאָר, כלאָריקן קאַלצי א. אנד.

**פראגע.**

75. וויאַזוי באַקומט מען אַליומיני? וועלכע נאָך מעטאַלן, אויסער אַליומיני, באַקומט מען דורך דער כעמישער ווירקונג פון שטראָם?

**38. גאַלוואַנאָפּלאַסטיק.** מיט דער הילף פון עלעקטרישן שטראָם קאָן מען באַקומען מעטאַלענע קאָפּיעס פון פאַרשיידענע זאַכן. דאָס מאַכט מען אויף אַזאַ אופן:

לאָמיר זיך פאָרשטעלן, אַז מע דאַרף אַראָפּנעמען אַ קאָפּיע פון אַ הילצערנער ברעט, אויף וועלכער עס איז געמאַכט געוואָרן אַ רעליעפער געמעל פאַר אַ בוך אָדער פאַר אַ שטאָף. דעם טייל ברעט, אויף וועלכן עס געפינט זיך דער געמעל, באַדעקט מען מיט דעם דינסטן שיכט גראַפיט, און צוליב דעם ווערט די דאָזיקע זייט אַ דורכפירער פון שטראָם. די צוגעגרייטע ברעט לאָזט מען אַראָפּ אין אַ צעלאָז פון קופּער־וויטריאָל און, פאַרייניקנדיק צו איר אַ דראָט, מאַכט מען זי פאַר אַ קאַטאָד. אַלס אַנאָד שטעלט מען אַרײַן אין דעם צעלאָז פון קופּער־וויטריאָל אַ קופּערנע פּלאַסטינקע. באַם דורכלאָזן דעם שטראָם וועט דאָס קופּער, וואָס טיילט זיך אויס באַם עלעקטראָליז, זיך אָפּלייגן אויף דער ברעט. ווען עס וועט זיך באַקומען אַ גענוגנדיקער שיכט אָפּגעלייגט קופּער, נעמט מען אים אַראָפּ פון דער ברעט. עס באַקומט זיך אַ קופּערנער בויגן מיט אַ פּינקטלעכער נעגאַטיווער (פאַרקערטער) קאָפּיע פון געמעל, וואָס איז געווען אויף דער ברעט — אַ מאַטריצע. אַלע פאַרטיפונגען, וואָס זײַנען געווען אויף דער ברעט, האָבן זיך אויפן קופּערנעם נעגאַטיוו באַקומען בוילעט און פאַרקערט. אויב מע דאַרף פון אַזאַ נעגאַטיוון בילד מאַכן אַ פּינקטלעכע קאָפּיע פון אָריגינאַל, קומט אויס אַראָפּצונעמען אַ קאָפּיע פון דער באַקומענער מאַטריצע, וועלכע, זײַענדיק אַ פאַרקערטע קאָפּיע פון נעגאַטיוו, אַנטשפּרעכט פולשטענדיק דעם אָריגינאַל. עס טרעפט אָבער אָפט אַזוי, אַז מע קאָן זיך באַגיין אָן דער צווייטער קאָפּיע און זיך נוצן בײַ דער אַרבעט בלויז מיט דער מאַטריצע.

קאָפּיעס, וואָס ווערן געמאַכט אויף אַזאַ אופן, זײַנען אויף אַזוי פיל פּינקטלעך, אַז מיט דעם דאָזיקן גאַלוואַנאָפּלאַסטישן מעטאָד באַנוצט מען זיך אויף באַקומען מאַטריצעס, וואָס מיט זייער הילף מאַכט מען גראַמאָפאָן־פּלאַסטינקעס.

**פראגעס.**

76. וואָסער טעכנישער פּראָצעס ווערט אָנגערופן גאַלוואַנאָפּלאַסטיק?

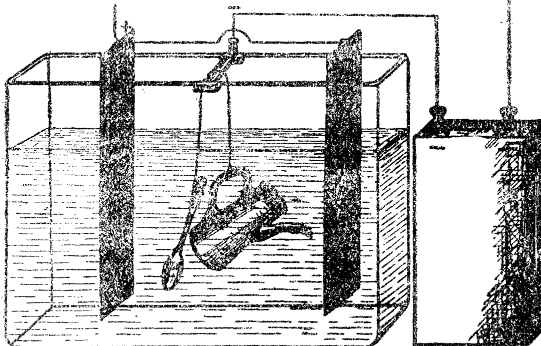
77. וויאַזוי קאָן מען באַקומען אויף אַ גאַלוואַנאָפּלאַסטישן אופן אַ פּינקטלעכע קאָפּיע פון אַ גיפּסענעם באַרעליעף (בוילעטן בילד)?

**39. גאַלוואַנאָסטעגיע.** אָפט קומט אויס צו באַדעקן די אויבערפלאַך פון מעטאַלענע זאַכן, וואָס אָקסידירן זיך לײַכט, מיט מעטאַלן, וואָס אָקסידירן זיך שווער, — מיט ניקל, זילבער, צינק און אַז. וו.

אַלעמען זײַנען, צום בײַשפּיל, באַקאַנט געניקלטע זאַכן: סאַמאָוואַרן, טשײַניקעס, גלעטשערס, מעסערס, גאָפּלען און אַז. וו.

דער עלעקטראָליטישער מעטאָד צו באַדעקן קערפּערס מיט מעטאַלן, וואָס אָקסי־דירן זיך ניט, איז דער טאַמע ביליקער, באַקוועמער און שנעלער. דער דאָזיקער מעטאָד טראָגט דעם נאָמען גאַלוואַנאָסטעגיע.

דעם געגנשטאַנד, וואָס מע וויל באַדעקן מיט אַ שיכט ניקל, רייניקט מען אָפּריִער אָפּ פֿון ברוד און שפּורן פֿעטס, און נאָכדעם לאָזט מען אים אַראָפּ אין אַ גאַלוואַנאָפּלאַסטישער וואַנע (פֿיג. 48). אין דער וואַנע גיסט מען אַרײַן אַ צעלאָז פֿון ניקל II־סולפֿאַט ($NiSO_4$). פֿאַר אַן אַנאָד נעמט מען אַ שטיקל ניקל, און פֿאַר אַ קאַטאָד דינט דער געגנ־שטאַנד גופֿא. דורכלאָזנדיק אַ געוויסע צײַט דעם שטראָם, באַקומט מען אויפֿן אַראָפּגע־לאָזענעם געגנשטאַנד אַ פֿעסטן שיכט ניקל פֿון דער נייטי־קער גרעב.

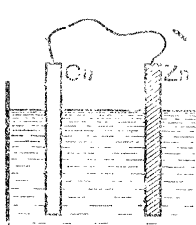


פֿיג. 48.

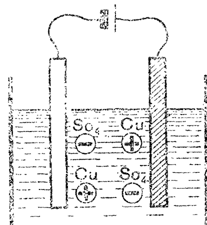
באַם באַזילבערן אָדער באַם באַגילדן נוצט מען צעלאָזן פֿון גאָלד־ און זילבער־זאַלצן.

## פֿראַגעס און געניטונגען.

78. וואָס איז אַזוינס גאַלוואַנאָסטעגיע?
79. וויאַזוי באַדעקט מען גלימשערס מיט ניקל?
80. וואָס דינט פֿאַר אַן אַנאָד און אַ קאַטאָד באַם באַדעקן אַ געגנשטאַנד מיט ניקל?
81. צי קאָנען זיך, בײַ דיסאָציִאַציע, אויסבילדן יאָנען נאָר פֿון איינעם אַוועלכן ניט איז צייכן? פֿאַרוואָס?
82. וואָס פֿאַר אַן אָבלאָד פֿאַרמאָגן די קופּער־יאָנען אין אַ צעלאָז פֿונעם קופּער־וויטריאָל?




פֿיג. 49.




פֿיג. 50.

83. פֿאַרוואָס איז באַם ניקלירן נוצט מען פֿאַר אַן אַנאָד אַ ניקלנע פּלאַסטינקע? צי וועט זיך אָפּ־לייגן ניקל פֿון אַ צעלאָז פֿון ניקל־זאַלצן, אויב מע זאָל דעם ניקל אויפֿן אַנאָד פֿאַרבײַטן מיט אַוועלכן עס איז אַנדער מעטאַל?

84. ווײַזט אָן מיט ווײַזערס (פיג. 49), וויאַזוי גייט דער שטראָמ אינ א קייט, וואָס באשטייט פונ א וואָלטא־עלעמענט אינ אנ עלעקטרישנ דורכפירער.

85. ווײַזט אָן מיט ווײַזערס, וויאַזוי באוועגנ זיכ די יאָנענ Cu אונ $SO_4$ אינ א צעלאָז פונ קופּער־וויטריאָל (פיג. 50), ווענ מע לאָזט דורכ אימ דורכ שטראָמ.

86. פארוואָס הערט אופ זײַער גיכ א וואָלטא־עלעמענט צו ארבעטנ ?

87. עס איז פאראנ א באטארייע פונ א טאשנ־לאמטערנ, וואָס אפ אירע פּאָליוסנ זײַנענ ניט געשטעלט קיינ צייכנס (+) אונ (—), אפ וואָס פאר אנ אויפנ קאָנט איר באשטימענ די פּאָליוסנ פונ דעמ דאָזיקנ שטראָמ־קוואל ?

88. ווענט אָפּ די צינק־פּלאסטינקע פונ לעקלאנשעס עלעמענט פאר דער ארבעט אונ נאָכ דער ארבעט פונעמ עלעמענט. צי איז פאראנ אנ אונטערשייד אינ דער וואָג פונ דער פּלאסטינקע ? אפ וואָס ווײַזט דאָס ?

89. וויפל קולאָנ איז דורכגעגאנגענ דורכ א צעלאָז פונ קופּער־וויטריאָל, אויב אפנ קאטאָד האָט זיכ אויסגעטיילט 2,296 ג קופּער ?

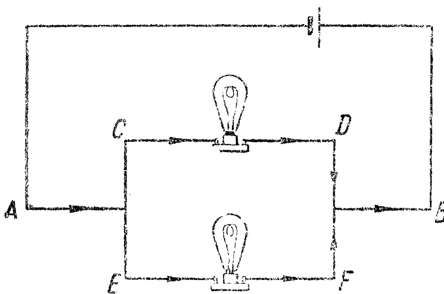
90. אנ איינצייגער שטראָמ גייט דורכ א צעלאָז פונ אזאָטזויערנ זילבער אונ דורכ א צעלאָז פונ קופּער־וויטריאָל. פונ וועלכנ צעלאָז וועט זיכ אויסטיילנ מער מעטאל ?

קאפיטל IV.

# געזעצנ פונ עלעקטרישנ שטראָמ.

**40. גרייס פונ שטראָמ.** לאָמיר אײַנשליסנ אינ נעצ פונעמ שטראָמ אנ עלעקטרישנ לאָמפּ. דער לאָמפּ ברענט העל, הייסט עס, אז דורכ־דעמ געגעבענעמ לאָמפּ גייט דורכ א פולשטענדיק גענוגנדיקער סכומ עלעקטראָנענ, וועלכע טיילנ אויס די ענערגיע, וואָס איז נייטיק, קעדיי דער לאָמפּ זאָל ברענענ.

קעדיי עס זאָל ברענענ אנ אנדער לאָמפּ פונ דעמ זעלביקנ סאָרט, פּאָדערט זיכ, פארשטענדלעכ, אינ 1 סעק. פונקט די זעלביקע ענערגיע.



פיג. 51. פּאראלעל אײַנגעשלאָסענע לאָמפּנ.

אויב מע זאָל ביידע לאָמפּנ אײַנשליסנ אינ נעצ אזוי, אז דער שטראָמ זאָל גיינ **פּאראלעל** דורכ דעמ אונ דורכ יענעמ לאָמפּ (פיג. 51), איז קעדיי די דאָזיקע צוויי לאָמפּנ זאָלנ ברענענ, דארפ דורכ דעמ אלגעמיינעמ דורכפירער ($AB$), וואָס פירט צו שטראָמ צו די דאָזיקע לאָמפּנ, דורכגיינ אינ א סעקונדע צוויי מאָל א גרעסערער סכומ עלעקטרע, איידער דורכ יעדערנ פונ די דורכפירערס, וואָס גייענ צו באזונדערע לאָמפּנ ($CD$ אונ $EF$).

וואָס מער לאָמפּנ עס זײַנענ אײַנגעשלאָסנ פּאראלעל, אלצ א גרעסערער סכומ עלעקטרע דארפ דורכגיינ דורכנ אלגעמיינעמ דורכפירער אינ אנ איינס פונ צײַט.

| |
|---|
| דער סכומ עלעקטרע, וואָס גייט דורכ דורכ דעמ קווערשניט פונ א דורכפירער אינ 1 סעקונדע, הייסט גרייס פונ שטראָמ. |

פראגעס.

91. וואָס פאר אנ אונטערשייד איז צווישנ א גרויסנ שטראָמ אונ א קליינעמ?
92. אפּ וואָס פּאָדערט זיכ א גרעסערער שטראָמ: אז עס זאָל ברענענ איינ לאָמפּ צי עטלעכע אזעלכע לאָמפּנ?
93. וואָס הייסט גרייס פונעמ שטראָמ?

**41. אנ איינס פונ דער גרייס פונ שטראָמ.** וועגנ דעמ סכומ עלעקטרע, וואָס גייט דורכ דורכ א קייט, קאָנ מענ אורטיילנ לויט זײַנ ווירקונג. א שטראָמ, וואָס גייט דורכ דורכ א צעלאָז פונ זילבער־ניטראט, טיילט אויס אפּנ קאטאָד זילבער.

לויטן סכום מעטאל, וואָס לייגט זיך אָפּ אפן קאטאָד, קאָנען מיר זיך דערוויסן וועגן דעם סכום עלעקטרע, וואָס גייט דורך דורכן צעלאָז.

פאר א צווישנפעלקערלעכן איינס פון דער גרייס פון שטראָם— אמפער—איז אָנגענומען די גרייס פון א באשטענדיקן שטראָם, וואָס באַם דורכגיין דורך א וואסער־צע־לאָז פון זילבער־ניטראט לייגט ער אָפּ 1,118 מג זילבער אין איין סעקונדע.


אמפער (1775—1836).— פראנצויזישער פיזיקער.

דעם דאָזיקן איינס רופט מען אמפער אפן נאָמען פונעם פראנצויזישן פיזיקער אמפער.

די פארקירצטע באצייכענונג פון אן אמפער איז $A$.

אפ אויסמעסטן זייער קליינע שטראָמען נוצט מען אן איינס, וואָס איז אין 1000 מאָל קלענער פאר אן אמפער—מיליאמפער.

א געוויינלעכע גלי־לעמפל געברויכט ארום 0,3 אמפער. באַ וויסנשאפטלעכע אויספאָרשונגען קומט אויס אויסצומעסטן שטראָמען אין טויזנטלעכע פון א מיליאמפער—מיקראָאמפער.

באמערקונג. מיר האָבן פריִער געזען, אז 1 קולאָן טיילט אויס 1,118 מג זילבער פונעם צעלאָז פון זילבער־זאלץ.

און א שטראָם פון 1 אמפער טיילט אויך אויס 1,118 מג זילבער אין 1 סעקונדע. פון דעם דארפן מיר, הייסט עס, מאכן אן אויספיר, אז באַ א שטראָם פון איין אמפער גייט דורך דורכן קווערשניט פונעם דורכפירער 1 קולאָן אין א סעקונדע.

קירצער קאָן מען פארשרייַבן אזוי:

$$1 \text{ אמפער} = 1 \frac{\text{קולאָן}}{\text{סעקונדע}}.$$

פראגעס.

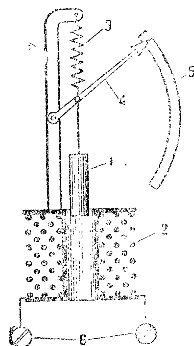
94. וואָס דינט פאר א צווישנפעלקערלעכן איינס פון דער גרייס פון שטראָם.

95. וועלכער שטראָם הייסט א שטראָם פון איין אמפער?

96. וואָסערע איינסן זייַנען קלענער פון אן אמפער?

42. אמפערמעטער. באשטימען די גרייס פונעם שטראָם יעדער מאָל לויטן סכום זילבער, וואָס האָט זיך אָפּגעלייגט אפן קאטאָד, איז זייער ניט באקוועם, און אין דער מערהייַט פאלן, ווען דער שטראָם ענדערט זיך אָפט, איז עס אפילו אוממעגלעך. אפ אויסמעסטן די גרייס פונעם שטראָם נוצט מען דעריבער א ספּעציעלן אפאראט—אן אמפערמעטער. אין איינציקע אמפערמעטערס ציט זיך אריַין אין דער שפּול, דורך וועלכער עס גייט דורך דער שטראָם, אן אייַזערן הערצל (פיג. 52). וואָס גרעסער עס איז דער שטראָם, אלץ טיפער ציט זיך אריַין דאָס הערצל אין דער שפּול און אלץ שטארקער נייגט זיך אָפּ דער וויַיזער, וואָס איז פארבונדן מיטן דאָזיקן הערצל. אין אנדערע סיסטעמען ווארעמט אָן דער שטראָם א דין דרעטעלע, וואָס איז אָנגעצויגן צווישן צוויי שטאטיוון. באַם אָנווארעמען ווערט דאָס דרעטעלע

לענגער, און דעריבער רוקט זיך איבער דער ווײַזער פונעמ אמפערמעטער, וועלכער איז פארבונדנ מיטנ דאָזיקנ דרעטלע (פיג. 53). אינ דער טעכניק נוצט מענ אמפערמעטערס פונ פארשיידענעמ געבוי. אינ דער מערהײַט פאלנ זעט מענ אפ דער אויסערלעכער זײַט פונעמ אמפערמעטער בלויז א שקאַלע אונ א ווײַזער. די שקאַלע גראדויִרט מענ אינ אמפערנ אונ אינ זײַנע טיילנ.

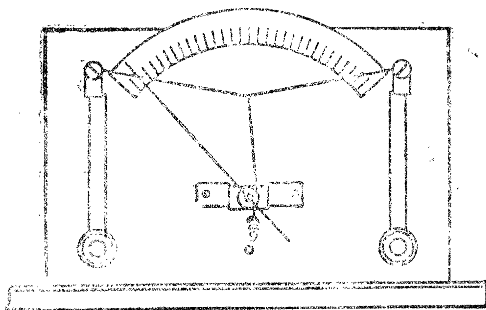


פיג. 52. דער געבוי פונ אנ אמפערמעטער (סכעמע).
1—אנ אײַזערנ הערצל; 2—א דראָט־שפול, איבער וועלכער עס גייט דער שטראָמ, וואָס מע מעסט אויס; 3—די פרוזשינע ציט ארויס דאָס הערצל פונ דער שפול; 4—א ווײַזער; 5—שקאַלע פונעמ אפאראט; 6—קלעמענ אפ אײַנשליסנ דעמ מאכשיר אינ דער קייט.

אינ סכעמעס ווערט דער אמפערמעטער באצייכנט: —◯—

אזויווי דער אמפערמעטער דארפ אויסמעסטנ דעמ עלעקטרישנ שטראָמ, וואָס גייט דורכ דורכ דער קייט, דארפ מענ דעמ אמפערמעטער אײַנשליסנ אינ קייט אזוי, אז דער גאנצער שטראָמ פונ דער קייט זאָל אומבאדינגט דורכגיינ דורכ אימ (פיג. 54).

אזא אײַנשליסונג הייסט נאָכאנאנדיקע, ווײַל בא אזא אײַנשליסונג גייט דורכ דער גאנצער שטראָמ נאָכאנאנד


פיג. 53. א וואַרעמקײַט־אמפערמעטער. סכעמע.

דורכ די מאכשירימ, וואָס זײַנענ אײַנגעשלאָסנ אינ קייט.

אפ אײַנצושליסנ אינ קייט האָט דער אמפערמעטער צוויי קלעמענ.

זייער אָפט איז בא איינעמ פונ די קלעמענ פונעמ אמפערמעטער אוועקגעשטעלט דער צייכנ (+), בא דעמ אנדערנ—א מינוס (—) אָדער עס איז גאָר ניטאָ קיינ צייכנ. דאָס באטײַט, אז קעדיי דער אמפערמעטער זאָל געבנ ריכטיקע באווײַזנ, דארפ מענ די קלעמענ מיטנ צייכנ (+) אומבאדינגט פארייניקנ מיטנ דראָט, דורכ וועלכנ דער שטראָמ גייט צומ אמפערמעטער. בא ניט קיינ ריכטיקער אײַנשליסונג וועט דער אמפערמעטער אָדער ביכלאל ניט באווײַזנ קיינ שטראָמ, אָדער ער וועט געבנ ניט קיינ ריכטיקע באווײַזנ.

אויב דער שטראָמ וועט זיך ארויסווײַזנ א צו גרויסער, אונ דער ווײַזער וועט ארויסגיינ אויסער די גרענעצנ פונ דער שקאַלע, מוז מענ דעמ אמפערמעטער גלײַכ אויסשליסנ פונ דער קייט, ווײַל ער קאָנ קאַליע ווערנ.

## פראגעס.

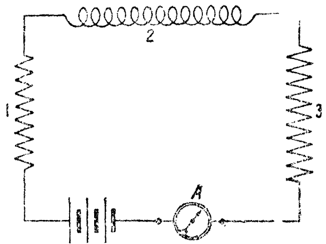
97. וואָס איז אזוינס אנ אמפערמעטער?

98. וויאזוי שליסט מענ אײַנ אנ אמפערמעטער אינ דער קייט?

99. צייכנט אָן א סכעמע פון א קייט מיט אן אמפּערמעטער, וואָס מעסט אויס די גרייס פון שטראָם אין א לעמפּל.

**43. לאבאָראַטאָרישע אַרבעט 2.** ציל פון דער אַרבעט: אויספאָרשן די גרייס פונעם שטראָם אין פאַרשיידענע טיילן פון דער קייט.

מאכשירים: שטראָם־קוואַל; אַמפּערמעטער; קאָמפּלעקט שפּולן פון איזאָלירטן דראָט אָדער אַנדערע מאכשירים אַפ צונויפשטעלן די קייט; דראָטן אַפ פאַרייניקן.



פיג. 54. די איינשליסונג פונעם אַמפּערמעטער אין דער קייט.

פון די געגעבענע מאכשירים שטעלט צונויף א קייט, נעמענדיק די מאכשירים, אין וועלכער אָרדענונג איר ווילט, אבי דער שטראָם זאָל דורכגיין דורך אַלע מאכשירים נאָכאַנאַנד. אזא קייט איז געוויזן אַפ דער פיג. 54.

איינשליסנדיק דעם אַמפּערמעטער אין פאַרשיידענע ערטער פון דער קייט (צווישן פאַרשיידענע מאכשירים), באַשטימט די גרייס פונעם שטראָם אין די דאָזיקע ערטער און פאַרשרייבט די באַווייזן פונעם אַמפּערמעטער.

בא דער דאָזיקער לאבאָראַטאָרישער אַרבעט באַווייזט דער אַמפּערמעטער, וואָס ווערט איינגעשלאָסן אין פאַרשיידענע ערטער פון נאָכאַנאַנד־פאַרייניקטע דורכפירערס, איינע און די זעלבע גרייס פונעם שטראָם. דאָס גיט אונדז דאָס רעכט צו מאכן דעם אויספיר:

די גרייס פון שטראָם אין פאַרשיידענע טיילן פון א נאָכאַנאַנד־פאַרייניקטער קייט איז איינע און די זעלבע.

**44. דער ווידערשטאַנד פון דורכפירערס.** איינשליסנדיק אין א קייט, וואָס באַשטייט פון וואַסער ניט איז שטראָם־קוואַל, פון אן אַמפּערמעטער און פון דורכפירערס — פאַרשיידענע דורכפירערס, קאָן מען באַמערקן, אַז איינער און דער זעלביקער שטראָם־קוואַל גיט א פאַרשיידענע גרייס פונעם שטראָם, אָפּהענגיק פון די אייגנשאַפטן פון די דורכפירערס, וואָס זיינען איינגעשלאָסן אין דער קייט.

באַם אויסשליסן פון דער קייט א טייל דורכפירערס ווערט דער שטראָם גרעסער, באַם איינשליסן אין דער קייט נייע דורכפירערס ווערט דער שטראָם קלענער.

יעדער דורכפירער ווייזט ארויס א ווידערשטאַנד דעם שטראָם. פאַרשיידענע דורכפירערס ווייזן ארויס א פאַרשיידענעם ווידערשטאַנד.

לאָמיר איינשליסן אין א קייט 1 מ ניקעלינענעם דראָט מיט א דיאַמעטער פון 0,5 ממ און לאָמיר באַמערקן די גרייס פונעם שטראָם. לאָמיר פאַרבייטן דאָס איינגעשלאָסענע שטיקל דראָט מיט א שפּול, אַפ וועלכער עס איז אָנגעוויקלט 5 מ פון פונקט אזא דראָט — דער שטראָם פאַרקלענערט זיך קימאַט אין 5 מאָל. איינשליסנדיק א שפּול פון 10 מ פון פונקט אזא דראָט, וועלן מיר באַקומען אזא גרייס פונעם שטראָם, וואָס איז קלענער, איידער דער שטראָם אינעם ערשטן עקספּערימענט קימאַט אין 10 מאָל.

> דער ווידערשטאַנד פון א דראָט פאַרגרעסערט זיך אָפּהענגיק פון דעם פאַרגרעסערן די לענג פון דעם דראָט.

אז מירן פאַרבייטן דעם ניקעלין־דראָט, וואָס מיר האָבן גענומען פאַרן עקספּערימענט, אַפ א דינערן דראָט פון דעם זעלבן שטאָף, וועלן מיר דערזען, אז א דינער

דראָט ווײַזט ארויס א גרעסערנ ווידערשטאנד, איידער א גראָ־
בער פונ דער זעלביקער לענג.

אויב מע זאָל פארגלײַכנ דעמ ווידערשטאנד פונ צוויי אלציינגע דראָטנ פונ פאר־
שיידענע מעטאלנ, וועלנ מיר זיכ איבערצײַגנ,



אָמ (1789 — 1854) דײַטשישער פיזיקער.

אז דער ווידערשטאנד פונ די דאָזיקע דראָטנ איז ניט קיינ אלציינבער.

דער ווידערשטאנד פונ א קופערנעמ דראָט איז קלענער, איידער פונ אנ אײַזערנעמ דראָט, וואָס האָט די זעלביקע גרייס; דער ווידער־שטאנד פונ אנ אײַזערנעמ איז קלענער, איי־דער פונ א ניקעלינענעמ.

פראגעס.

100. פארוואָס ווײַזט ארויס א ווידערשטאנד דעמ שטראָמ יעדער דורכפירער, וואָס איז אײַנגעשלאָסנ אינ דער קייט פונעמ שטראָמ?

101. וואָסערע דורכפירערס ווײַזנ ארויס א גרעסערנ ווידערשטאנד — לאנגע צי קורצע, גראָבע צי דינע? פארוואָס?

102. צי ווײַזנ ארויס אנ אלציינעמ ווידערשטאנד דורכפירערס פונ פארשיידענע מעטאלנ, וואָס זײַנענ אלציינבע לויט דער גרייס?

## 45. דאָס אויסרעכענעג דעמ ווידערשטאנד פונ דורכפירערס.

די ערשטע פראקטישע אָנווענדונג פונ עלעקטרישנ שטראָמ איז געווענ דער טעלעגראפ. אינ פארבינדונג מיט די באדערפענישנ פונ טעלעגראפ איבערצוגעבנ שטראָמ אפ גרויסע שטרעקעס איז נייטיק געווענ גענוי צו דערלערנענ די באדינגונ־גענ, בא וועלכע עס איז מעגלעכ די דאָזיקע איבערגעבונג.

פאָרשנדיק דעמ ווידערשטאנד פונ פארשיידענע דורכפירערס, האָט מענ פעסטגע־שטעלט, אז:

> דער ווידערשטאנד פונ א דורכפירער איז גלײַכ־פראָפּאָרציאָנעל צו דער לענג פונעמ דורכפירער אונ אומגעקערט פראָפּאָרציאָנעל צומ שעטעכ פונ זײַנ קווערשניט.

אויב מע זאָל באצייכענענ דעמ ווידערשטאנד פונ א דורכפירער מיטנ בוכשטאב $R$, די לענג פונעמ דורכפירער (אינ מעטערס) מיטנ בוכשטאב $l$ אונ דעמ שעטעכ פונעמ קווערשניט (אינ קוואדראטע מילימעטערס) מיטנ בוכשטאב $s$, וועט די גרייס פונעמ ווידערשטאנד $R$ אויסגעדריקט ווערנ מיט אזא פאָרמול:

$$R=\rho\frac{l}{s},$$

ווי דער קאָעפיציענט $\rho$ [1], וואָס גייט אַרײַן אין דער פאָרמול, הייסט **ספּעציפישער ווידערשטאַנד. ער באַווײַזט דעם ווידערשטאַנד פון אַ זײַלעכל געגעבענעם שטאָף, פון 1 מ די לענג באַ אַ קווערשניט פון 1 ממ².**

ווייסנדיק דעם ווידערשטאַנד פון 1 מעטער פונעם געגעבענעם דראָט באַם קווער־שניט פון 1 ממ², קאָן מען אויסרעכענען דעם ווידערשטאַנד פון אַ באַליביקן דראָט, וואָס איז געמאַכט פונעם געגעבענעם שטאָף. עס איז נייטיק בלויז אָפריידן, וואָס זאָל מען אָננעמען פאַר אַן איינס פון ווידערשטאַנד.

| |
|---|
| פאַר אַן איינס פון ווידערשטאַנד נעמט מען אָן דעם ווידערשטאַנד, וואָס עס ווײַזט אַרויס אַ זײַלעכל קוועקזילבער פון 106,3 סמ די לענג מיט אַ קווערשניט פון 1 ממ² און באַ דער טעמפּעראַטור $C$ 0°. |

דעם דאָזיקן איינס רופט מען אָם — אָפּן נאָמען פונעם דײַטשישן פיזיקער אָם, וואָס האָט אַנטדעקט דעם געזעץ וועגן עלעקטרישן שטראָם.

אָנשטאָט דעם וואָרט אָם שרײַבט מען דעם צייכן $\Omega$ (אָמעגאַ — אַ גריכישער בוכשטאַב).

אַ ווידערשטאַנד פון אַ מיליאָן אָם רופט מען **מעגאָם** און ווערט באַצייכנט $M\Omega$.

טאַבעלע פון ספּעציפישע ווידערשטאַנדן.

| שטאָף | ספּעציפישער ווידערשטאַנד |
|---|---|
| זילבער . . . . . . . . . . . . . . | 0,0158 |
| קופּער . . . . . . . . . . . . . . | 0,0175 |
| אַליומיני . . . . . . . . . . . . . | 0,032 |
| אײַזן . . . . . . . . . . . . . . | 0,13 |
| נײַזילבער . . . . . . . . . . . . | 0,301 |
| ניקעלין . . . . . . . . . . . . . | 0,45 |
| קוועקזילבער באַ 18° . . . . . . . . . . | 0,958 |
| קויל אין אַ גליִ־לאָמפּ. . . . . . . . . . | 40 |

באַטראַכטנדיק די דאָזיקע טאַבעלע, זעען מיר, אַז דעם קלענסטן ספּעציפישן ווידערשטאַנד פאַרמאָגט זילבער, זייער נאָענט צו אים שטייט קופּער; געשמעלצן פון מעטאַלן פאַרמאָגן אַ גרעסערן ספּעציפישן ווידערשטאַנד; באַזונדערס גרויס איז דער ספּעציפישער ווידערשטאַנד פון קוילן. די שטאָפן, וועלכע מיר רופן **איזאָליאַ־טערס, לאָזן אינדערמעסטן ניט דורך שטראָם, נאָר זייער ווידער־שטאַנד איז זייער גרויס.**

---

1) גריכישער בוכשטאַב $\rho$ (ראָ).

## פראגעס.

103. לויט וועלכער פאָרמול קאָן מען אויסרעכענען דעם ווידערשטאנד פון א דראָט?

104. וויאַזוי ווערט אויסגעדריקט מיט ווערטער די פאָרמול פון ווידערשטאנד?

105. וואָס באַטײַט דער בוכשטאב $\rho$, וואָס גייט אַרײַן אין דער פאָרמול פון ווידערשטאנד?

106. וואָס הייסט ספעציפישער ווידערשטאנד?

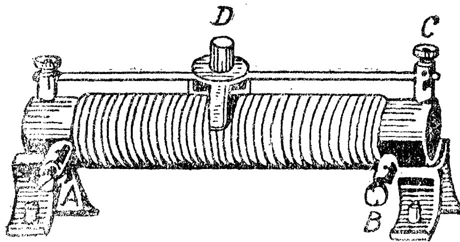
107. מיט וועלכע איינסן מעסט מען אויס א ווידערשטאנד?

108. וואָס איז אַזוינס אָם?

109. ווי גרויס איז דער ווידערשטאנד פון 1 מ אײַזערנע דראָט מיט א קווערשניט פון 1 מ"מ²?

**46. רעאָסטאטן.** מאכשירים, וואָס מיט זייער הילף קאָן מען, בײַטנדיק דעם ווידערשטאנד פון דער קייט, רעגולירן די גרייס פונעם שטראָם אין דער קייט, הייסן רעאָסטאטן.

דראָט פון א מעטאל מיט א גרויסן ספעציפישן ווידערשטאנד ווערט אָנגעוויקלט אף א צילינדער, וואָס איז געמאכט פון אן איזאָליאטאָר. צו די עקן פונעם דראָט פעסטיקט מען צו די קלעמען $A$ און $B$ (פיג. 55). איבן אפן צילינדער מאכט מען צו אף א מעטאלענעם שטאנג א גליטשער $D$, וואָס באַרירט פעסט די וויקלונגען פון דעם דראָט. דעם רעאָסטאט שליסט מען אײַן אין דער קייט מיט דער הילף פון איינעם פון די קלעמען $A$ אָדער $B$ און דעם קלעם אפן מעטאלענעם שטאנג $C$.

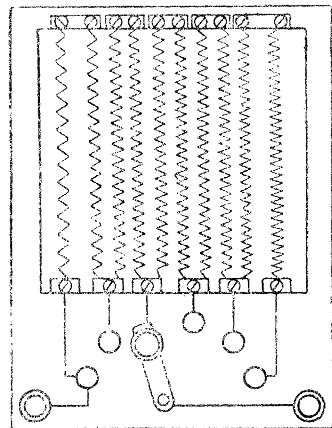



פיג. 55. רעאָסטאט מיט א גליטש-קאָנטאקט.

איבערוקנדיק דעם גליטשער $D$ אין דער אָדער יענער זײַט, פארגרעסערט מען אָדער מע פארקלענערט די לענג פון דעם אײַנגעשלאָסענעם דראָט.

א צווייטער מין רעאָסטאט — א הייבער-רעאָסטאט, וואָס באַשטייט פון א ריי ספיראלן אײַזערנעם דראָט, איז סכעמאטיש געוויזן אף דער פיג. 56.

אף א ראם, וואָס איז געמאכט פון אן איזאָליאטאָר, איז אונטן פאראן א ריי מעטאלענע קאָנטאקטן און א מעטאלן הענטל, וואָס דרייט זיך אף אן אקס און קאָן זיך פעסט צודריקן צו דעם אָדער יענעם קאָנטאקט. צו דעם ערשטן קאָנטאקט איז צוגעפעסטיקט דער אָנהייב פון א דראָט, וועלכער כאפט ארום זיגזאגארטיק די אייבערשטע איזאָלירטע איינע פון די אנדערע פלאנקעס און נאָכאנאנדיק די אונטערשטע קאָנטאקטן, און ענדיקט זיך באַם לעצטן קאָנטאקט. דער שטראָם ווערט צוגעפירט צום ערשטן קאָנטאקט און צו דער אקס פון הענטל. אז דאָס הענטל



פיג. 56. הייבער-רעאָסטאט.

איז אין אַזא לאַגע, ווי ס'איז געוויזן אף דער פיג. 56, גייט דער שטראָם אַדורך

אין דעם ערשטן קאָנטאַקט, גייט דורך איבער פיר דראָט־ספּיראַלן, נאָכדעם גייט ער אַרײַן און אַרויס דורכן הענטל.

### פ ר א ג ע ס.

110. אַפּ וואָס נוצט מען רעאָסטאַטן ?
111. וואָסער דראָט נוצט מען אַפּ מאַכן רעאָסטאַטן ?

### ג ע נ י ט ו נ ג.

שטעלט צונויפּ א קייט פון אַן עלעקטריש לעמפּל, א באַטאַרייקע און א רעאָסטאַט, פאַרייניקנדיק זיי נאָכאַנאַנד. וויאַזוי רוקט זיך אָפּ די ענדערונג פונעם ווידערשטאַנד פונעם אײַנגעשלאָסענעם טייל רעאָסטאַט אַפּ דער העלקײַט פונעם לעמפּל ?

**47. שפּאַנונג.** קעדיי די עלעקטראָנען זאָלן זיך באַוועגן איבערן דורכפירער, איז נייטיק אונטערצוהאַלטן אַפּ די עקן פונעם דורכפירער א שפּאַנונג.

לאָמיר צונויפשטעלן א קייט פון עטלעכע דורכפירערס, וואָס האָבן פאַרשיידענע ווידערשטאַנדן, פון א שטראָם־קוואַל און פון אַן אַמפּערמעטער. אַז די קייט איז געשלאָסן, גייט דורך דער דאָזיקער קייט א שטראָם. הייסט עס, אַז אין באַליביקע צוויי פּונקטן פון דער קייט איז פאַראַן א שפּאַנונג, וועלכע צווינגט די עלעקטראָנען איבערצורוקן זיך צווישן די דאָזיקע פּונקטן; מיר קאָנען זיך אין דעם איבערצײַגן, פאַרייניקנדיק מיט די דאָזיקע פּונקטן פון דער קייט א ספּעציעלן מאַכשיר אַפּ אויסמעסטן שפּאַנונג — א וואָלטמעטער.

אויב א וואָלטמעטער, וואָס איז פאַרייניקט מיט צוויי פּונקטן פון דער קייט, באַווײַזט, אַז צווישן די געגעבענע פּונקטן איז קיין שפּאַנונג ניטאָ, איז אין דעם געגעבענעם טייל פון דער קייט קיין שטראָם אויך ניטאָ.

באַם פאַרייניקן דעם וואָלטמעטער מיט פאַרשיידענע טיילן פון דער קייט, באַווײַזט ער, אַז די שפּאַנונג צווישן פאַרשיידענע פּונקטן פון דער קייט איז א פאַרשיידענע.

| |
|---|
| פאַר אַן איינס פון שפּאַנונג איז אָנגענומען די שפּאַנונג, וואָס איז פאַראַן אַפּ די עקן פון א דורכפירער מיט א ווידערשטאַנד פון 1 אָם, בײַס איבער דעם דאָזיקן דורכפירער גייט דורך א שטראָם פון 1 אַמפּער. אַזאַ איינס פון שפּאַנונג הייסט וואָלט [1]. |

לאָמיר ברענגען בײַשפּילן פון אייניקע שפּאַנונגען:

די שפּאַנונג אַפּ די פּאָליוסן פון וואָלטאַס עלעמענט — בא 1 וואָלט
" " " " " פון א קעשענע־באַטאַרייקע — 4,5 " "
" " " " " פון א בלײַענעם אַקומוליאַטאָר — 2 "
די שפּאַנונג פון שטאָטישן שטראָם איז פאַרשיידן:
אין אייניקע שטעט באַטרעפט זי . . . . . . . . . 120 "
אין אַנדערע " " . . . . . . . . . 220 "

[1] אַפּן נאָמען פונעם איטאַליענישן געלערנטן וואָלטאַ.

## פראגעס.

112. וואָס איז אזוינס שפּאנונג?

113. מיט וואָסערע מאכשירים מעסט מען די שפּאנונג?

114. מיט וועלכע איינסן מעסט מען אויס שפּאנונג?

115. וואָס איז אזוינס א וואָלט?

116. צי איז גלײַך די שפּאנונג צווישן ביידע עקן פון דעם געגעבענעם דורכפירער אָדער צווישן איין עק און דעם מיטן? וואָסער שפּאנונג איז גרעסער?

**48. דאָס אויסמעסטן די שפּאנונג מיט א וואָלטמעטער.** די שפּאנונג מעסט מען מיט מאכשירים, וואָס הייסן וואָלטמעטערס. לויטן אויסערלעכן אויסזען אונטערשיידן זיי זיך ניט פון אמפּערמעטערס.

קעדיי אונטערצושיידן זיי פון אמפּערמעטערס, איז אפן דער שקאלע אָנגעשריבן דער צייכן $V$ אָדער דאָס וואָרט וואָלט.



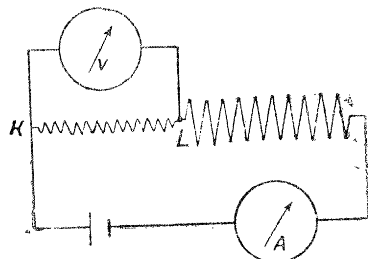
וואָלטא (1745—1827). איטאליענישער פיזיקער — דער דערפינדער פון ערשטן גאלוואנישן עלעמענט.

פארגלײַכנדיק דעם אינעווייניקסטן געבוי פון אן אמפּערמעטער און א וואָלטמעטער, באמערקן מיר, אז די שפּול פונעם אמפּערמעטער איז געמאכט פון גראָבערן דראָט, איידער די שפּול פון א וואָלטמעטער. די שפּול פון אן אמפּערמעטער פארמאָגט א באדײַטנדיק קלענערן ווידערשטאנד, איידער די שפּול פון א וואָלטמעטער.

ס'איז גאנץ פארשטענדלעך, אז די מעסט־מאכשירים, וואָס ווערן אײַנגעשלאָסן אפּ אויסצומעסטן דעם שטראָם אין קייט, דארף מען מאכן אזוי, אז דאָס אײַנשליסן זיי אין דער קייט זאָל ניט ענדערן די גרייס פונעם שטראָם אין דער קייט.

דער אמפּערמעטער ווערט אײַנגעשלאָסן אין דער קייט נאָכאנאנדיק.

ער דארף פארמאָגן זייער א קליינעם ווידערשטאנד, קעדיי באם אײַנשליסן אים זאָל דער שטראָם, וואָס ווערט אויסגעמאָסטן, זיך ניט ענדערן באמערקבאר.




פיג. 57. דאָס אײַנשליסן דעם אמפּערמעטער און דעם וואָלטמעטער אין דער קייט.

באם אויסמעסטן די שפּאנונג צווישן צוויי פּונקטן פון דער קייט שליסט מען אײַן דעם וואָלטמעטער צום טייל קייט, וואָס מע מעסט אויס, אזויווי עס איז אָנגעוויזן אפן דער פיג. 57. אזא אײַנשליסונג הייסט פּאראלעלע.

עס איז נייטיק, אז דער וואָלטמעטער זאָל פארמאָגן א ווי ווײַט מעגלעך גרעסערן ווידערשטאנד, ווײַל נאָר בא דעם באדינג וועט דאָס אײַנשליסן אים אין דער קייט ניט ענדערן באמערקבאר די גרייס פונעם

שטראָם אין דעם טייל קייט, וואָס מע פאָרשט אויס. אין דעם קאָן מען זיך איבער־צייַגן מיט אן עקספערימענט.

אפ דער פיג. 57 איז געוויזן אן עלעקטרישע קייט, אין וועלכער עס איז אייַנגעשלאָסן אן אמפערמעטער אפ אויסצומעסטן די גרייס פונעם שטראָם אין דער קייט און א וואָלטמעטער, מיט וועלכן מע מעסט אויס די שפאנונג צווישן די פונקטן $K$ און $L$.

**פראגעס.**

117. אין וואָס באשטייט דער אונטערשייד צווישן דעם געבוי פון א וואָלטמעטער און אן אמפערמעטער?

118. אין וואָס באשטייט דער אונטערשייד צווישן דער אייַנשליסונג פון א וואָלטמעטער און א אמפערמעטער?

## 49. אָמס געזעץ.

אויב מע זאָל אין א קייט, וואָס באשטייט פון א לעמפל און אן אמפערמעטער, אייַנשליסן איינעם א גרויסן לעקלאנשע־עלעמענט, וועט מען קאָנען באמערקן, אז דורך דער קייט גייט זייער א שוואכער שטראָם און דאָס העדרעלע פון לעמפל גליט זיך ניט אָן. אז מירן פארבייַטן דעם עלעמענט מיט א פרישער באטארייקע פון א קעשענע־לאמטערנדל, וועט זיך דער שטראָם אין דער קייט פארגרעסערן, און דאָס הערעלע פונעם לעמפל וועט זיך שטארק אָנגליִען. אויסמעסטנדיק די שפאנונג אפ די עקן פון דער קייט באם אייַנשליסן דעם עלעמענט און די באטארייקע, וועלן מיר דערזען, אז באם אייַנשליסן די באטארייקע איז די שפאנונג באדייַטנדיק גרעסער.

הייסט עס:

| |
|---|
| די גרייס פונעם שטראָם אין א דורכפירער פארגרעסערט זיך באם פארגרעסערן די שפאנונג אפ די עקן פונעם דורכפירער. |

אייַנשליסנדיק אין דער קייט אָנשטאָט איין לעמפל צוויי לעמפלעך נאָכאנאנד, פארגרעסערן מיר דורך דעם דעם ווידערשטאנד פון דער קייט און מיר באמערקן, אז דער שטראָם אין דער קייט פארקלענערט זיך.

| |
|---|
| די גרייס פונעם שטראָם פארקלענערט זיך באם פארגרעסערן דעם ווידערשטאנד פון דער קייט. |

דערלערנענדיק, ווי עס ענדערט זיך די גרייס פונעם שטראָם אָפּהענגיק פונעם ווידערשטאנד און פון דער שפאנונג, האָט אָם אין 1827 י. פעסטגעשטעלט דעם צוזאמענהאנג צווישן די דאָזיקע דרייַ גרייסן. ער ווערט פאָרמולירט אזוי:

| |
|---|
| די גרייס פונעם שטראָם אין א דורכפירער איז גלייַך־פראָפּאָרציאָנעל דער שפאנונג אפ די עקן פונעם דורכפירער און אומגעקערט־פראָפּאָרציאָנעל דעם ווידערשטאנד פונעם דורכפירער. |

דער דאָזיקער צוזאמענהאנג צווישנ דער גרייס פונעמ שטראָמ, דער שפאנונג אונ דעמ ווידערשטאנד, וואָס ווערט אויסגעדריקט מיט אזא פאָרמול, הייסט **אָמס געזעצ**.

אָמס געזעצ איז איינער פונ די גרונט־געזעצנ פונ עלעקטרישנ שטראָמ.

אויב מע זאָל באצייכענענ די גרייס פונעמ שטראָמ, אויסדריקנדיק אינ אמפערנ דורכ $I$, די שפאנונג אינ וואָלטנ דורכ $V$ אונ דעמ ווידערשטאנד אינ אָמענ דורכ $R$, קאָנ מענ אָמס געזעצ אויסדריקנ מיט אזא פאָרמול:

$$I = \frac{V}{R}.$$

אויב מיר ווייסנ די גרייס פונעמ שטראָמ אונ דעמ ווידערשטאנד פונ א טייל קייט, קאָנענ מיר געפינענ די שפאנונג אפ די עקנ פונעמ דאָזיקנ טייל.

$$V = I \cdot R.$$

**די שפאנונג אפ די עקנ פונ א דורכפירער איז גלײַכ דעמ פראָדוקט פונ דער גרייס פונעמ שטראָמ אפנ ווידערשטאנד פונעמ דורכפירער.**

באשטימענדיק דעמ ווידערשטאנד לויט דער פאָרמול פונ אָמס געזעצ, באקומענ מיר:

$$R = \frac{V}{I}.$$

**דער ווידערשטאנד פונ א דורכפירער איז גלײַכ דער טיילצאָל, וואָס באקומט זיכ פונ טיילנ די שפאנונג, וואָס אפ די עקנ פונעמ דורכפירער, אפ דער גרייס פונעמ שטראָמ אינ אימ.**

ביישפילנ.

1. באשטימט די גרייס פונעמ שטראָמ, וואָס גייט דורכ אנ עלעקטריש לעמפל מיט א ווידערשטאנד פונ 240 אָמ, אויב די שפאנונג פונ דער שטאָטישער נעצ איז 120 וואָלט.

לייזונג.

$$I = \frac{120 \text{ וואָלט}}{240 \text{ אָמ}} = 0{,}5 \text{ אמפער}$$

2. דער ווידערשטאנד פונ דעמ דראָט פונ אנ עלעקטרישנ אָנוואַרעמער איז 22 אָמ. דער שטראָמ, וואָס גייט דורכ אימ דורכ, איז 5 אמפער. באשטימט די שפאנונג אפ די קלעמענ פונעמ אָנוואַרעמער.

לייזונג.

$$V = 22 \times 5 = 110 \text{ וואָלט}$$

3. די שפאנונג אפ די פאָליוסנ פונ אנ אקומוליאטער איז 2 וואָלט. דער שטראָמ, וואָס גייט דורכ דער קייט, איז 0,5 אמפער. געפינט דעמ ווידערשטאנד פונ דער קייט.

לייזונג.

$$R = \frac{2 \text{ וואָלט}}{0{,}5 \text{ אמפער}} = 4 \text{ אָמ}$$

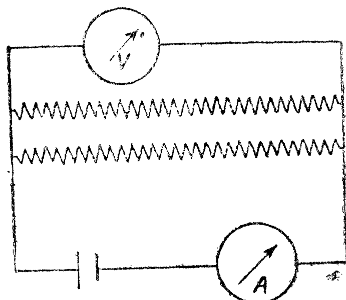
**50. לאַבאָראַטאָרישע ארבעט 3.** ציל פון דער ארבעט: אויסמעסטן דעם ווידערשטאנד פון א טייל קייט.

מאכשירים און מאטעריאלן: שטראָם-קוואל; דראָטן אפ פאריייניקן; צוויי ווידערשטאנדן צום אויסמעסטן; וואָלטמעטער; אמפערמעטער.

1) פאריייניקט נאָכאנאנד (פיג. 57) דעם שטראָם-קוואל,ביידע ווידערשטאנדן $KL$ און $LM$, און דעם אמפערמעטער; דעם וואָלטמעטער פאריייניקט פאראלעל צו די קלעמען פון איינעם פון די ווידערשטאנדן $KL$. שליסנדיק דעם שטראָם, באשטימט די גרייס פונעם שטראָם $I$ אין דער קייט, די שפאנונג $V$ אפ די עקן פונעם ווידערשטאנד $KL$. לויט די באקומענע אָנגאבן באשטימט די גרייס פונעם ווידערשטאנד, וואָס ווערט געזוכט.

אפן זעלביקן אויפן דארף מען באשטימען די גרייס פונעם צווייטן ווידערשטאנד $LM$ און דעם אלגעמיינעם ווידערשטאנד.

2. פאריייניקט די ווידערשטאנדן פאראלעל און שליסט זיי איין אין דער קייט לויט דער סכעמע, וואָס איז געוויזן אפ דער פיג. 58. באשטימט די גרייס פונעם שטראָם אין דער קייט, די שפאנונג אפ די קלעמען פון די פאראלעל-פאריייניקטע ווידערשטאנדן און רעכנט אויס זייער אלגעמיינעם ווידערשטאנד.



פיג. 58. פאראלעלע פאריייניקונג פון ווידערשטאנדן.

### פראגעס.

119. צי איז גרעסער אָדער קלענער פון דער סומע פון די ווידערשטאנדן דער אלגעמיינער ווידערשטאנד פון צוויי דורכפירערס, וואָס זיינען איינגעשלאָסן נאָכאנאנד?

120. צי איז גרעסער אָדער קלענער פון דער סומע פון די ווידערשטאנדן דער אלגעמיינער ווידערשטאנד פון צוויי דורכפירערס, וואָס זיינען איינגעשלאָסן פאראלעל?

121. וואָס איז גרעסער: דער ווידערשטאנד פון איין דורכפירער אָדער דער געמיינזאמער ווידערשטאנד פון צוויי, איינגעשלאָסענע פאראלעל? פארוואָס?

## 51. די ארבעט און די מעכטיקייט פון שטראָם.

יעדער וואסער-טורבינע פאָדערט פאר איר ארבעט א שטראָם וואסער פון א באשטימטער מעכטיקייט. אויב דער שטראָם, וואָס רינט דורך דער טורבינע, האָט ניט די נייטיקע מעכטיקייט, וועט די טורבינע ניט זיין קיין גוטע. בא א קליינער מעכטיקייט פונעם שטראָם קאָן זיך טרעפן, אז די טורבינע וועט בכלל ניט ארבעטן. א שטראָם פון א גאָר גרויסער מעכטיקייט קאָן צעברעכן די טורבינע. די מעכטיקייט פון יעדער שטראָם הענגט אָפ פונעם סכום וואסער, וואָס רינט דורכן קווערשניט פונעם שטראָם, און פון דער גרייס פונעם אָנדרוק אונטער וועלכן דאָס וואסער רינט. פונקט אזוי איז יעדער עלעקטרישער מאכשיר, וואָס איז איינגעשלאָסן אין דער קייט פון שטראָם, פאָדערט פאר זיין ארבעט א באשטימטע מעכטיקייט פונעם שטראָם.

די מעכטיקייט פון שטראָם הענגט אָפ פון דער גרייס פונעם שטראָם און דער שפאנונג, אונטער וועלכער עס גייט דער שטראָם.

קעדיי אויסצובילדן א דרוק אין דער טרויב, וואָס דערלאנגט וואסער צו דער טורבינע, דארף מען אופהייבן דאָס וואסער אפ א געוויסער הייך. וואָס א גרעסערן דרוק מיר ווילן אויסבילדן, אלץ העכער דארפן מיר אופהייבן דאָס וואסער, אלץ מער ארבעט וועלן מיר דארפן פארווענדן אפ יעדער קילאָגראם פונעם אופגעהויבענעם וואסער. דער סכום ארבעט, וואָס איז פארווענדט אפ יעדער קילאָגראם אופגעהויבענעם וואסער אָדער, וואָס 1 קג וואסער האָט אָפגעגעבן באם פאלן, קאָן אונדז געבן

א באגריף וועגן דער גרייס פונעם דרוק. פונקט אזוי איז דער סכום ארבעט, וואָס איז פארוועדט געוואָרן אפ איבערצורוקן 1 קולאָן עלעקטרע איבער דעם געגעבענעם טייל, גיט אונדז א באגריף וועגן דער שפאנונג, וואָס עקזיסטירט אפ די עקן פונעם טייל פון דער קייט.

באם איבערוקן איין קולאָן איבער א טייל פון א קייט מיט א שפאנונג פון 1 וואָלט ווערט אָפגעטאָן אן ארבעט פון 1 דזשאָול.

א דזשאָול איז ניט קיין גרויסער איינס פון ארבעט. אין איין קילאָגראם מעטער איז פאראן 9,8 דזשאָול.

אז אין דער קייט גייט א שטראָם פון 1 אמפער — 1 קולאָן א סעקונדע — איז בא א שפאנונג פון 1 וואָלט, ווערט אָפגעטאָן אן ארבעט פון 1 דזשאָול פאר א סעקונדע.

דער שטראָם גייט לויט דער גלײַכונג:

$$1 \text{ וואט} = \frac{\text{דזשאָול}}{\text{סעקונדע}}$$

| |
|---|
| די מעכטיקײַט פון א באשטענדיקן עלעקטרישן שטראָם מיט א גרייס פון איין אמפער בא א שפאנונג פון איין וואָלט באטרעפט איין וואט. |

די פארקירצטע באצייכענונג פון א וואט: די צווישנפעלקערלעכע — $W$, די יידישע — ווט.

$$1 \text{ וואָלט} \times 1 \text{ אמפער} = 1 \text{ וואט}$$

אז סע ווערט פארגרעסערט די גרייס פונעם שטראָם אָדער די שפאנונג, פארגרעסערט זיך פראָפּאָרציאָנעל די מעכטיקײַט פונעם שטראָם.

א שטראָם פון $I$ אמפער בא א שפאנונג פון $V$ וואָלט פארמאָגט די מעכטיקײַט פון $VI$ וואט.

טויזנט וואט באטרעפט א קילאָוואט ($KW$, אָדער קווט).

הונדערט וואט באטרעפט א העקטאָוואט ($hW$, אָדער הווט).

א פערד־קראפט איז גלײַך צו 736 וואט.

## פראגעס און געניטונגען.

122. פון וועלכע גרייסן הענגט אָפ די מעכטיקײַט פון שטראָם?

123. וואָס איז אזוינס א וואט?

124. וויאזוי רעכנט מען אויס די מעכטיקײַט פון שטראָם?

125. וואָסער מעכטיקײַט פארווענדט א לעמפל, וואָס געברויכט $0,5\ A$, אויב די שפאנונג אפ די קלעמען פונעם לעמפל איז $110\ V$?

126. א מאָטאָר, וואָס איז אײַנגעשלאָסן אין דער נעץ פון א שטראָם מיט א שפאנונג פון $110\ V$, נעמט א שטראָם פון $7,35\ A$. באשטימט די מעכטיקײַט פונעם מאָטאָר.

127. א לעמפל פאָדערט א מעכטיקײַט פון $100\ W$. ווי גרויס איז דער שטראָם, וואָס וועט גיין דורכן לעמפל, אויב מע וועט דאָס לעמפל אײַנשליסן אין דער נעץ פון א שטראָם מיט א שפאנונג פון $110\ V$?

52. אײנס פונ ארבעט פונ עלעקטרישנ שטראָמ. די ארבעט, וואָס עס טוט אָפּ אנ עלעקטרישער שטראָמ אינ מעשעכ פונ אײנ סעקונדע בא דער מעכטיקײַט פונעמ שטראָמ פונ אײנ וואט, איז א וואט־סעקונדע אָדער א דזשאָול.

אינ דער טעכניק מעסט מענ די ארבעט פונעמ שטראָמ אינ העקטאָוואט־שאָענ אָדער קילאָוואט־שאָענ.

א העקטאָוואט־שאָ — דאָס איז די ארבעט, וואָס עס טוט אָפּ אנ עלעקטרישער שטראָמ אינ מעשעכ פונ אײנ שאָ בא דער מעכטיקײַט פונ שטראָמ פונ 1 העקטאָוואט.

א העקטאָוואט־שאָ (פארקירצט *hWh* אָדער הווט־ש) באטרעפט:

100 וואט × 3 600 סעקונדעס = 360 000 וואט־סעקונדעס (דזשאָול).

א קילאָוואט־שאָ — דאָס איז די ארבעט, וואָס עס טוט אָפּ א שטראָמ אינ מעשעכ פונ אײנ שאָ בא דער מעכטיקײַט פונ שטראָמ פונ אײנ קילאָוואט. אײנ קילאָוואט־שאָ באטרעפט:

1000 וואט × 3 600 סעקונדעס = 3 600 000 וואט־סעקונדעס (דזשאָול).

די מעכטיקײַט פונ שטראָמ — דאָס איז די ארבעט פונ שטראָמ פאר אײנ סעקונדע.

קעדײ אויסצורעכענענ די ארבעט פונ שטראָמ, דארפ מענ די מעכטיקײַט פונ שטראָמ קײפלענ אפ דער צײַט פונ דער ארבעט.

ביַשפיל.

באשטימט די ארבעט, וואָס עס האָט אָפּגעטאָנ א שטראָמ פונ 5 העקטאָוואט אינ פארלויפ פונ 0,2 שאָ.

1 הווט-שאָ = 0,2 שאָ × 5 הווט = $A$

פראגעס.

128. מיט וועלכע אײנסנ מעסט מענ די ארבעט פונ שטראָמ?

129. וואָס איז אזוינס א קילאָוואט־שאָ?

130. וועלכער פונ צווײ דראָטנ — אנ אײַזערנער אונ א קופּערנער פונ אלצײנעמ קווערשניט אונ לענג — וועט האָבנ א גרעסערנ ווידערשטאנד? אינ וויפל מאָל?

131. ווי גרויס איז דער ווידערשטאנד פונ 100 מ קופּערנער דראָט מיט א קווערשניט פונ 2 ממ²?

132. באשטימט דעמ ווידערשטאנד פונ 5 מ אײַזערנעמ דראָט מיט א קווערשניט פונ 1 ממ².

133. א בינטל קופּערנער גלעקל־דראָט מיט א קווערשניט 0,8 ממ² האָט א ווידערשטאנד פונ 2 אָמ. געפינט די לענג פונעמ דראָט.

134. דראָטנ פונ קופּער, אײַזנ, ניקעלינ אונ אליומיני מיט א קווערשניט פונ 1 ממ² האָבנ א ווידערשטאנד פונ 10 אָמ יעדערער. ווי לאנג איז יעדערער פונ די דאָזיקע דראָטנ?

135. פונ וואָס פאר א קווערשניט דארפ מענ נעמענ אנ אליומיני־דראָט, אז דער ווידערשטאנד זײַנער זאָל זײַנ דער זעלביקער, ווי בא א קופּערנעמ דראָט מיט א שעטעכ פונעמ קווערשניט פונ 2 ממ², אויב ביידע דראָטנ האָבנ אײנע אונ די זעלבע לענג?

136. פונ וואָס פאר א קווערשניט דארפ מענ נעמענ א ניקעלינענעמ דראָט אפ מאכנ א רעאָסטאט, וואָס איז אויסגערעכנט אפ 20 אָמ, אויב די לענג פונעמ דראָט איז 100 מ?

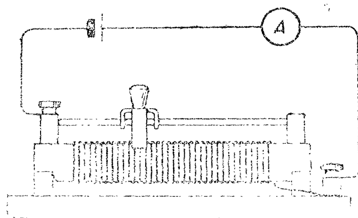
137. באשטימט דעמ ווידערשטאנד פונ קופּערנע דראָטנ, וועלכע גײענ פונ דער סטאנציע צומ געברויכ־אָרט, אויב דער אָפּשטאנד פונ דער סטאנציע ביזנ געברויכ־אָרט איז 2 קמ, אונ דער קווערשניט פונ די דראָטנ איז 50 ממ².

138. פונ וואָס פאר א לענג דארפ מענ נעמענ ניקעלינענע דראָטנ מיט א קווערשניט פונ 2 ממ$^2$ פאר די ספיראַלנ פונ א רעאָסטאט (פיג. 56), וואָס איז אויסגערעכנט אפ אנ אלגעמיינעמ ווידערשטאנד פונ 20 אָמ, אויב באַמ אריבערפירנ דאָס הענטל פונ רעאָסטאט פונ איינ קאָנטאקט אפנ ווײַטערדיקנ דארפ זיכ דער ווידערשטאנד פארגרעסערנ אפ 4 אָמ?

139. א שטיקל ניט קיינ איזאָלירטער דראָט האָט א ווידערשטאנד פונ איינ אָמ. ווי גרויס וועט זײַנ דער ווידערשטאנד פונ דעמ דאָזיקנ דראָט, אויב מע זאָל אימ צערײַסנ אינמיטנ אונ די באַקומענע העלפטנ צונויפדרייענ איינעמ איבער דער גאנצער לענג?

140. ווי גרויס איז דער ווידערשטאנד פונ א קופערנעמ לופט־דראָט פונ טראמווײַ, וואָס האלט 3 קמ די לענג, אויב דער קווערשניט פונעמ דראָט איז 30 ממ$^2$?

141. באשטימט די וואָג פונ אנ אײַזערנעמ דראָט מיט א קווערשניט פונ 3 ממ$^2$, וואָס איז אוועק אפ מאכנ א רעאָסטאט מיט א ווידערשטאנד פונ 2 אָמ.



פיג. 59.

142. אינ קייט פונ אנ עלעקטרישנ שטראָמ (פיג. 59) איז אײַנגעשלאָס־נ א רעאָסטאט מיט א גליטש־קאָנטאקט. באווײַזט מיט ווײַזערס, ווי־אזוי עס גייט דער שטראָמ אינ רעאָסטאט.

143. באשטימט דעמ ווידערשטאנד פונ דעמ טעלעג־ראפנ־דראָט צווישנ מאָסקווע אונ לענינגראד, אויב דער אָפשטאנד צווישנ זיי איז אנערעכ 650 קמ. דער דראָט איז אנ אײַזערנער מיט א דיאמעטער פונ 4 ממ.

144. באשטימט דעמ קווערשניט פונ אנ אײַזערנעמ דראָט פונ 8 מ די לענג, אויב דער ווידערשטאנד זײַנער איז 2 אָמ.

145. באשטימט דעמ קווערשניט פונעמ מעטאלענעמ פאָדעמ פונ אנ עלעקטריש לעמפל, אויב דער ווידערשטאנד זײַנער איז גלײַכ צו 200 אָמ. די לענג פונעמ פאָדעמ איז 25 סמ אונ דער ספעציפישער ווי־דערשטאנד $\rho$ פונעמ מאטעריאל פונעמ פאָדעמ איז 0,2.

146. פאר א ראדיאָ-אופנעמער איז נייטיק מאכנ א רעאָסטאט, וואָס איז אויסגערעכנט אפ 20 אָמ. פונ וואָס פאר א קווערשניט דארפ מענ נעמענ אפ דעמ א ניקעלינענעמ דראָט פונ 5 מ די לענג?

147. ווי גרויס וועט זײַנ דער ווידערשטאנד פונעמ רעאָסטאט פונ דער פאָריקער אופגאבע, אויב מע וועט אָנשטאָט א ניקעלינענעמ דראָט נעמענ אנ אײַזערנעמ פונ דער זעלביקער גרייס?

148. אנ אמפערמעטער, וואָס איז אײַנגעשלאָסנ אינ א קייט, באווײַזט א גרייס פונעמ שטראָמ פונ 1,8 אמפער. צי איז ריכטיק די באווײַזונג פונעמ אמפערמעטער, אויב א דורכגעקאָנטראָלירטער וואָלטמעטער בא א ווידערשטאנד פונ 1,4 אָמ ווײַזט א שפאנונג פונ 2,5 וואָלט?

149. א שטראָמ פונ אנערעכ 0,01 אמפער די גרייס, בא א הויכער שפאנונג איז פאר א מענטשנ טויט־געפערלעכ. דער דורכשניטלעכער ווידערשטאנד פונ א מענטשלעכנ קערפער איז 50 000 אָמ. וואָס פאר א שפאנונג איז טויט-געפערלעכ פאר א מענטשנ?

150. באשטימט דעמ ווידערשטאנד פונ דער קייט פונ א טראמווײַ־וואגאָנ, אויב די שפאנונג פונ דער טראמווײַ־נעצ איז 575 וואָלט, אונ די דורכשניטלעכע גרייס פונעמ שטראָמ, וואָס גייט דורכ דעמ וואגאָנ איז 71 אמפער.

151. דער ווידערשטאנד פונ אנ אמפערמעטער איז 0,02 אָמ. די מאקסימאלע אָנלאָדונג איז 10 אמ־פער. צי קאָנ מענ דעמ געגעבענעמ אמפערמעטער אײַנשליסנ דירעקט צו אנ אקומוליאטער, וואָס די שפא־נונג אפ זײַנע פאָליוסנ איז 2 וואָלט?

152. צוויי דראָטנ — אנ אײַזערנער אונ א קופערנער פונ אלצייִנער לענג אונ גלײַכנ קווערשניט — זײַנענ פאראלעל אײַנגעשלאָסנ אינ א קייט. דורכ וועלכנ פונ די דאָזיקע דראָטנ וועט גייג א גרעסערער שטראָמ? פארוואָס?

153. ווי גרויס איז דער ווידערשטאנד פונ די הערלעכ פונ א גלי־לאָמפ, אויב דורכ אימ גייט א שטראָמ פונ 0,12 אמפער די גרייס אונ אויב די שפאנונג אפ די עקנ פונעמ פאָדעמ איז גלײַכ צו 120 וואָלט?

154. באשטימט די שפאנונג אפ די עקנ פונ א דורכפירער, וואָס דער ווידערשטאנד זײַנער איז גלײַכ צו 20 אָמ, אויב דורכנ דורכפירער גייט א שטראָמ פונ 0,2 אמפער די גרייס.

155. וואָס פאר א שפּאנונג וועט באווײַזנ א וואָלטמעטער, וואָס איז צוגעשלאָסנ צו די עקנ פונ א ביקעלינענעם דראָט מיט א ווידערשטאנד פונ 2,5 אָמ, אויב דער אמפּערמעטער, וואָס איז אײַנגעשלאָסנ אינ דער קייט, האָט באוויזנ, אז די גרייס פונעם שטראָמ איז 1,2 אמפּער?

156. די שפּאנונג פונ א גלי־לעמפּל איז 110 וואָלט, דער ווידערשטאנד אינ דער צײַט פונ ברענענ איז 80 אָמ. ווי גרויס איז דער שטראָמ, וואָס גייט דורכנ לעמפּל?

157. רעכנט אויס די גרייס פונ שטראָמ, וואָס גייט דורכ א בויגנ־לאמטערנ מיט א ווידערשטאנד פונ 1,2 אָמ, אויב די שפּאנונג אפ די עקנ פונעמ לאמטערנ איז 48 וואָלט.

158. באשטימט דעמ ווידערשטאנד פונ א קוילנ־לאָמפּ פונ 16 ליכט, וואָס ברענט בא א שפּאנונג פונ 120 וואָלט, אויב די גרייס פונעמ שטראָמ אינ לאָמפּ איז 0,25 אמפּער.

159. באשטימט אינ קילאָוואטנ די מעכטיקײַט פונ א מאָטאָר פונ 10 פּ־ק.

160. וויפל ענערגיע פארברויכט פאר 5 שאָ אנ עלעקטרישער אויוונ, וועלכער נעמט א שטראָמ פונ 10 אמפּער בא א שפּאנונג פונ 120 וואָלט?

161. בײַס א טראמוויַ־וואגאָנ באוועגט זיכ, גייט דורכ זײַנע מאָטאָרנ א שטראָמ פונ 80 אמפּער מיט א שפּאנונג פונ 500 וואָלט. ווי גרויס איז די מעכטיקײַט פונעמ שטראָמ אינ קילאָוואטנ?

162. א מאָטאָר, וואָס ברענגט אינ באוועגונג א טאָקער־ווערקשטעל, פארמאָגט א מעכטיקײַט פונ 2,5 פּ־ק. באשטימט די גרייס פונעמ שטראָמ, וואָס גייט דורכ אימ בײַס דער ארבעט, אויב די שפּאנונג אפ די קלעמענ פונעמ מאָטאָר איז 220 וואָלט.

163. פונ דער שאטורער סטאנציע ווערט קיינ מאָסקווע איבערגעגעבנ א מעכטיקײַט פונ 48 000 קי־לאָוואט דורכ א שטראָמ מיט א שפּאנונג פונ 115 000 וואָלט. ווי גרויס איז דער שטראָמ אינ די דורכ־פירערס, וואָס גיבנ דעמ שטראָמ?

164. באשטימט דעמ ווידערשטאנד פונ די דורכפירערס לויט די באדינגונגענ פונ דער פריקערדיקער אויפגאבע, אויב דער פארלוסט פונ דער שפּאנונג אינ זיי טאָר ניט איבערשטײַגנ 10 % פונ דער אלגע־מיינער שפּאנונג, וואָס ווערט איבערגעגעבנ.

165. די מעכטיקײַט פונ יעדער טורבאָגענעראטער פונ דער דניעפּרישער הידראָעלעקטרעסטאנציע איז 80 000 פּ־ק. באשטימט די גרייס פונעמ שטראָמ, וואָס ער גיט, אויב די שפּאנונג אפ זײַנע קלעמענ איז 6 קילאָוואָלט (1 קילאָוואָלט איז 1000 וואָלט).

166. וויפל דארפ מענ באצאָלנ דער עלעקטרעסטאנציע פאר דעמ, וואָס א כוידעש צײַט האָט געברענט א לאָמפּ פונ 50 וואט, אויב דער לאָמפּ ברענט יעדנ טאָג דורכשניטלעכ צו 5 שאָ? דער פּרײַז פאר ענערגיע איז 16 קאָפּ. פאר א קילאָוואט־שאָ.

167. א שטראָמ פונ וואָס פאר א גרייס האָט מענ דורכגעלאָזט דורכ א דורכפירער, אויב די ארבעט זײַנע פאר 15 מינוט איז געווענ גלײַכ צו 40 500 דזשאָול, אונ די שפּאנונג אינ קייט — 15 וואָלט?

קאפיטל V.

# פארוואנדלונג פונ עלעקטרישער ענערגיע אינ וואַרעמקײַט־ענערגיע.

53. **די וואַרעמקײַט־ווירקונג פונ שטראָמ.** עקספערימענטנ באַווײַזנ, אַז אַ דורכפירער, דורכ וועלכנ עס גײט אַ שטראָמ, וואַרעמט זיכ אָנ.

דאָס, וואָס דער שטראָמ וואַרעמט אָנ די דורכפירערס, קאָנ מענ דערקלערנ אַזוי: די עלעקטראָנענ, באַמ באַוועגנ זיכ, שטויסנ זיכ צונויפ מיט די אַטאָמענ אונ מאָלע־קולעס פונעמ שטאָפ, וואָס פונ אימ באַשטײט דער דורכפירער, אונ גיבנ זײ איבער אַ טײל פונ זײער קינעטישער ענערגיע, צווינגענדיק זײ צו וואַקלענ זיכ שטאַרקער. לויט דער מאָלעקוליאַר־קינעטישער טעאָריע רופט אַרויס די פאַרשטאַרקטע באַוועגונג פונ די מאָלעקולעס אַ העכערונג פונ דער טעמפעראַטור באַמ דורכפירער.

וואָס גרעסער עס איז דער ווידערשטאַנד פונעמ דורכפירער אונ וואָס גרעסער עס איז די צאָל עלעקטראָנענ, וואָס באַוועגנ זיכ דורכ אימ אײנצײַטיק, אַלצ מער דאַרפ זיכ אָנוואַרעמענ דער דורכפירער.

לאָמיר נעמענ עטלעכע שטיקלעכ דראָט פונ פאַרשײדענע מעטאַלנ (אײַזנ, ניקעלינ, קופער) פונ אַלצײנער לענג אונ גרעב, פאַרײניקנ זײ נאָכאַנאַנד אונ דורכלאָזנ דורכ זײ אַ שטראָמ.

די דראָטנ וואַרעמענ זיכ אָנ ניט אַלצײנס. מער פונ אַלע דרײַ — דער ניקעלינע־נער, נאָכדעמ דער אײַזערנער אונ װײניקער פונ אַלע דער קופערנער.

די גרײס פונעמ שטראָמ איז אינ אַלע דראָטנ אײנע אונ די זעלביקע, אָבער דער ווידערשטאַנד איז דער גרעסטער באַ ניקעלינ, דער קלענסטער באַ קופער.

אַז מיר פאַרגרעסערנ דעמ שטראָמ, באַמערקנ מיר, אַז עס פאַרגרעסערט זיכ אויכ די אָנגליִונג פונ די דראָטנ.

וואָס לענגער מיר לאָזנ דורכ דעמ שטראָמ דורכ די דראָטנ, אַלצ מער טײלט זיכ פונ זײ אויס וואַרעמקײַט.

> דער סכום וואַרעמקײַט, וואָס ווערט אויסגעטײלט אינ אַ דורכפירער, בײַס דורכ אימ גײט דורכ אַנ עלעקטרישער שטראָמ, הענגט אָפ פונ דער גרײס פונעמ שטראָמ, פונעמ ווידערשטאַנד פונעמ דורכפירער אונ פונ דער צײַט.

**פראַגעס.**

168. ברענגט בײַשפּילנ פונ פאַרוואַנדלענ עלעקטרישע ענערגיע אינ וואַרעמקײַט־ענערגיע.

169. פונ וואָס הענגט אָפ דער סכומ וואַרעמקײַט, וואָס דער שטראָמ טײלט אויס אינ אַ דורכפירער?

170. וויאַזוי קאָנ מענ דערקלערנ אַפנ גרונט פונ דער מאָליעקוליאַר־קינעטישער טעאָריע דאָס, וואָס די אָנוואַרעמונג פונ אַ דורכפירער הענגט אָפ פונ דער גרײס פונעמ שטראָמ?

**54. דזשאָול־לענצס געזעץ.** אויספאָרשנדיק די פראגע וועגנ פארוואנדלענ עלעקטרישע ענערגיע אינ ווארעמקייט־ענערגיע, האָבנ דער ענגלענדער **דזשאָול** אונ דער רוסישער פיזיקער **לענצ** דערוויזנ, אז אויב דער שטראָמ ווייזט ניט ארויס קיינשום אנדערע ווירקונגענ, פארוואנדלט זיכ די גאנצע ענערגיע זיינע אינ ווארעמקייט אינעווייניק אינעמ דורכפירער.

דער סכומ גראמ־קאלאָריעס $Q$, וואָס עס טיילט אויס א שטראָמ פונ $I$ אמפער, בא א שפאנונג אפ די עקנ פונעמ דורכפירער פונ $V$ וואָלט אינ פארלויפ פונ $t$ סעקונדעס, איז:

$$Q = qVIt$$

ווו $q$ — איז א קאָעפיציענט, וואָס שטעלט איינ א גלייכקייט צווישנ דער צאָל וואט־סעקונדעס אונ דער צאָל, וועלכע איז עקוויוואלענט צו $Q$ קאלאָריעס. קעדיי צו באשטימענ דעמ באטרעפ פונ $q$, לאָמיר אָנעמענ, אז $V = 1$ וואָלט, $I = 1$ אמפער, $t = 1$ סעקונדע. דאנ איז

$$Q = q$$

הייסט עס:

| |
|---|
| $q$ איז דער סכומ ווארעמקייט, וואָס עס טיילט אויס א שטראָמ מיט דער מעכטיקייט פונ 1 וואט אינ א סעקונדע. |

די גרייס $q$ רופט מענ **ווארעמקייט־עקוויוואלענט פונ עלעקטרישער ענערגיע.**

דזשאָול אונ לענצ האָבנ אפ אנ עקספערימענטאלנ אופנ געפונענ, אז דער ווארעמקייט־עקוויוואלענט פונ עלעקטרישער ענערגיע $q$ איז גלייכ צו 0,24 גראמ־קאלאָריעס אפ א דזשאָול.

די דאָזיקע צאָל באווייזט, וואָס פאר א סכומ ווארעמקייט קומט אופ בא דער ארבעט פונ א שטראָמ, וואָס איז גלייכ צו איינ וואט־סעקונדע אָדער איינ דזשאָול.

באאָבאכטנדיק דעמ איבערגאנג פונ מעכאנישער ענערגיע אינ ווארעמקייט־ענערגיע, האָט דזשאָול באשטימט, אז באמ פארברויכנ 427 קגמ ארבעט טיילט זיכ אויס 1000 גראמ־קאלאָריעס.

1 קגמ $= 9{,}8$ דזשאָול.

427 קגמ $= 9{,}8 \times 427$ דזשאָול $= 4184{,}6$ דזשאָול.

4184,6 דזשאָול טיילנ אויס 1000 גראמ־קאלאָריעס.

1 דזשאָול טיילט אויס

$$\frac{1000}{4184{,}6} = 0{,}24 \ \frac{\text{גראמ־קאלאָריעס}}{\text{דזשאָול}}$$

פארבייטנדיק די גרייס $q$ אינ דער פאָרמול פונ דזשאָול־לענצס געזעץ אפ איר צאָליקנ באטרעפ, באקומענ מיר די פאָרמול פונ דזשאָול־לענצ געזעץ אינ פאָלגנדיקער פאָרמ:

$$Q = 0{,}24 \ VIt.$$

לויט אָמס געזעץ איז $V = IR$. אַרײַנשטעלנדיק דעם דאָזיקן באַטרעף פון $V$ אין דער פאָרמול:

$$Q = 0{,}24\ VIt$$

האָבן מיר (אין קליינע קאַלאָריעס):

$$Q = 0{,}24\ I^2Rt.$$

**דער סכום וואַרעמקײַט, וואָס עס טיילט אויס א שטראָם, איז פּראָפּאָרציאָנעל דעם קוואַדראַט פון דער גרייס פונעם שטראָם, דעם ווידערשטאַנד פונעם דורכפירער און דער צײַט.**

די דאָזיקע פאָרמול האָט אַרויסגעפירט דער ענגלישער פיזיקער דזשאָול און אומאָפּהענגיק פון אים דער רוסישער פיזיקער לענץ. דעריבער טראָגט זי דעם נאָמען — **דזשאָול־לענצס געזעץ.**

**פראַגעס.**

171. אין וואָס באַשטייט דזשאָול־לענצס געזעץ?
172. שרײַבט אָן די פאָרמול פון דזשאָול־לענצס געזעץ.
173. וואָס באַטײַט דער קאָעפיציענט $q$, וואָס גייט אַרײַן אין דער דאָזיקער פאָרמול?

**55. לאַבאָראַטאָרישע אַרבעט 4.** ציל פון דער אַרבעט: באַשטימען דעם וואַרעמקײַט־אָפּגעב פון אַן עלעקטרישן זיד־אַפּאַראַט.

מאַכשירים: שטראָם־קוואַל — שטאָטישער שטראָם; עלעקטרישער זידער, אַמפּערמעטער; וואָלטמעטער; שאַלטער; דראָטן; א זייגער; א וואָג מיט געוויכט; קאַלאָרימעטער; טערמאָמעטער.

וואַרעמקײַט־אָפּגעב פון אַן אָנוואַרעמער הייסט די פאַרהעלטעניש פונעם סכום וואַרעמקײַט, וואָס איז אויסגעגאַנגען אָפּ אָנוואַרעמען דאָס וואַסער, צום סכום פאַרברויכטע עלעקטרישע ענערגיע:

$$\eta = \frac{Q}{0{,}24IVt.}$$

וו $\eta$ איז דער וואַרעמקײַט־אָפּגעב פונעם זידער.

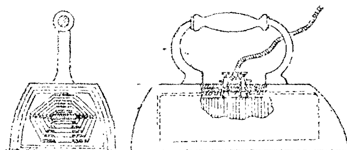
דאָס וואַסער וואַרעמען מיר אָן פון דער טעמפּעראַטור $T$ ביז זידן (100°).

| גרייס פון שטראָם $I$ | שפּאַנונג $V$ | צײַט פון דורכלאָז דעם שטראָם $t$. | אויסגעטיילטע וואַרעמקײַט פאַר $t$ סעק. $Q = 0{,}24IVt$ | מאַסע וואַסער $mg$ | אָנפאַנגלעכע טעמפּעראַטור פונעם וואַסער $T°C$ | סכום וואַרעמקײַט, וואָס דאָס וואַסער האָט באַקומען $Q = m(100 - T)$ קליינע קאַלאָריעס |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |

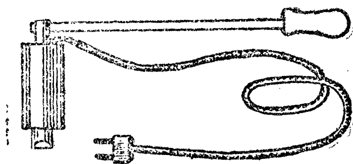
$$\eta = \frac{m\ (100 - T)}{0{,}24\ \ IVt}.$$

**56. אָנוואַרעם־מאַכשירים.** די דורכפירערס וואַרעמט מען אָן צוליב פאַרשיידענע טעכנישע צילן.

עס איז פאראנ א גאנצע רײ אָנװארעמ־אפּאראטנ, װעלכע ארבעטנ אפנ גרונט פונ דעמ, װאָס דער שטראָמ װארעמט אָנ א דורכפירער, אָנהײבנדיק פונ א זידער פּאר א גלאָז װאסער אונ ענדיקנדיק מיט עלעקטרישע פּליטעס אפּ צוגרײטנ שפּײַז. דער װעזנטלעכער טײל פונ אזעלכע אפּאראטנ איז דראָט מיט א גרויסנ װידערשטאנד, װאָס געפינט זיכ אינעװײניק אינעמ מאכשיר (פיג. 60). דער שטראָמ װארעמט אָנ דעמ דראָט, אונ דער דראָט װארעמט אָנ דעמ אפּאראט גופע אָדער דאָס, װאָס עס געפינט זיכ אינ אימ. ענדערנדיק די גרײס פונעמ שטראָמ, קאָנ מענ זײער פּינקטלעכ רעגולירנ די װארעמקײַט, װאָס קומט אָנ צומ מאכשיר. מיר האָבנ אפילע עלעק־טרישע אינקובאטערס אפּ אויספּירנ אויפעס. אפּ דער פיג. 61 איז אָנגעמאָלט אנ עלעקטרישער לײט־אײַזנ; ער װערט אָנגעװארעמט פונעמ שטראָמ, װעלכער גײט דורכ א שפּול, װאָס געפינט זיכ אינעװײניק אינעמ לײט־אײַזנ.

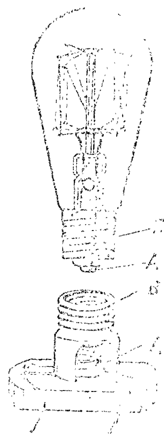


פיג. 60. עלעקטרישער פּרעס־אײַזנ.



פיג. 61. עלעקטרישער לײט-אײַזנ.

אינ דער בארג־אינדוסטריע אונ אינ מיליטער־װעזנ װענדעט מענ אָנ די װארעמ־קײַט־װירקונג פונעמ שטראָמ אפּ אופרײַסנ מינעס. אנ אָנצינדער אפּ אופרײַסנ מינעס באשטײט פונ צװײ ניט־איזאָלירטע דראָטנ, װאָס זײַנענ פאַרײניקט דורכ א דינ דרעטעלע. דער שטראָמ װארעמט אָנ דאָס דאָזיקע דרעטעלע, אונ פונ דעמ פלאמט אופּ דער אָנלאָד. אזא אויפנ פונ אופרײַסנ מינעס גיט די מעג־לעכקײַט ארויסצורופנ אנ אופרײַס אינ דעמ נײטיקנ מאָמענט אונ דערבײַ, אויב עס פאָדערט זיכ, אײנצײַטיק עטלעכע אופרײַסנ אינ אסאכ ערטער מיטאמאָל.



פיג. 62. אונ 63.
אנ עלעקטרישער לאָמפּ
אונ פּאטראָנ.

57. גלי־לעמפּל. די לײַכטונג פונ דראָטנ, װאָס װעױנ אָנגע־גליט דורכ א שטראָמ, איז אויסגענוצט אינ עלעקטרישע גלי־לעמפּלעכ.

אינ א געװײנלעכ לעמפּל געפינט זיכ א דינ „פעדעמל" — א דרעטעלע, װאָס איז געמאכט פונ זײער שװערשמעלציקע מעטאלנ: װאָלפראמ, אָסמי, טאנטאל אונ זײערע געשמעלצנ. דער הויכער שמעלצפּונקט פונ די דאָזיקע מעטאלנ גיט די מעג־לעכקײַט צו דערפירנ די גלי־טעמפּעראטור ביז העכער פונ 2000°. דעמלט לײַכט דאָס לעמפּל העלער.

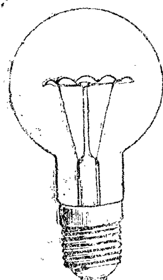
דאָס לאנגע פעדעמל פונעמ לאָמפּ (פיג. 62 אונ 63) איז אופגע־האנגענ אפּ א ספּעציעלנ הענגער מיט מעטאלענע העקלעכ איזאָ־לירטע אײנער פונ דעמ אנדערנ, די עלאסטישע דרעטלעכ ציִענ אָנ דאָס פעדעמל אונ לאָזנ עס ניט אראָפּשפּרינגענ פונ די העקלעכ דעמלט, װענ עס װערט אָנגעגליט אונ עס װערט דעריבער לענגער.

דאָס אָנגעגליטע פעדעמל וואָלט אינדערלופטנ מאָמענטאַל איבערגעברענט. קעדיי דאָס זאָל ניט טרעפנ, שטעלט מענ עס אריינ אינ א גלעזערנעמ באַלאָנ, פונ וועלכנ מע פּאָמפּעט זאָרגזאַמ אויס די לופט.

די עקנ פונעמ פעדעמל פונעמ לעמפל זיינענ צוגעלייט צו צוויי דרעטעלעכ, וואָס זייערע אויסערלעכע עקנ זיינענ צוגעלייט צו די מעטאַלענע טיילנ פונעמ לאָמפּנ־צאָקאָל.

איינ דרעטל איז צוגעלייט צומ באָזיס פונעמ צאָקאָל $A$, דאָס צווייטע — צומ שרויפ־איינשניט $B$.

קעדיי איינצושליסנ א לאָמפּ אינ דער נעצ, שרויפט מענ אימ אריינ אינ א ספּעציעלנ פּאַטראָנ. דער אינעווייניקסטער טייל פונעמ פּאַטראָנ (פיג. 63) באַשטייט פונ א פּאָרצעלייענעמ קערפּער, אינ וועלכנ עס זיינענ איינגעפעסטיקט צוויי מעטאַלענע טיילנ: א מעטאַלנ זייגל $A$, וואָס באַרירט די באָזע פונעמ לאָמפּנ־צאָקאָל, ווענ דער לאָמפּ איז איינגעשרויפט אינ פּאַטראָנ, אונ א שרויפ־איינשניט $B$, וואָס איז צוגעפּאַסט צומ שרויפ־איינשניט פונעמ לאָמפּ. די דאָזיקע ביידע טיילנ האָבנ קלעמענ, צו וועלכע מע פעסטיקט צו די דורכפירערס פונ דער נעצ.


פיג. 64.
גאַזפולער לאָמפּ.

א צווייטער סאָרט לאָמפּנ, וואָס מע נוצט בא הייַנטיקנ טאָג, הייסנ גאַזפולע (פיג. 64). דאָס וואָלפראַמענע פעדעמל, וועלכע איז צונויפגעדרייט אינ ניט קיינ גרויסער ספּיראַל, קעדיי צו פאַרקלענערנ די וואַרעמקייט־אויסשטראַלונג, ווערט אינ די דאָזיקע לאָמפּנ אריינגעשטעלט אינ א גלעזערנעמ באַלאָנ, וועלכער איז אָנגעפילט מיט גאַז, וואָס האַלטנ ניט אונטער קיינ ברענענ — מיט אַזאָט אָדער אַרגאָנ.

דער גאַז אינעמ באַלאָנ, פאַרהאַלט די צעשטויבונג פונעמ אָנגעגליטנ פעדעמל אונ גיט די מעגלעכקייט צו הע̇כערנ די גלי־טעמפּעראַטור פונעמ פעדעמל ביז 2900°.

דער לאָמפּ האָט אפנ צאָקאָל ציפערנ, וואָס באַווייזנ, אפ וואָס פאַר א שפּאַנונג עס איז אויסגערעכנט דער געגעבענער לאָמפּ אונ וואָסער מעכטיקייט ער פאַרברויכט דערביי.

דעמ ערשטנ גלי־לאָמפּ האָט דערפונדנ לאָדיגינ אינ 1873 יאָר.

עדיסאָנ, וועלכער האָט פּראַקטיש געלייזט די פראַגע וועגנ באַלייכטנ מיט עלעקטרישע גלי־לעמפּלעכ, האָט גענוצט אפ אָנגליִענ א קוילענעמ פאָדעמ, אונ קעדיי דער דאָזיקער פאָדעמ זאָל באַמ אָנגליִענ ניט פאַרברענט ווערנ, האָט ער פונ באַלאָנ פונעמ לעמפּל גוט אויסגעפּאָמפּעט די לופט.

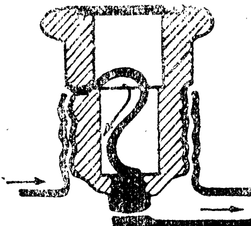
עדיסאָנס לעמפּל מיטנ קוילענעמ פאָדעמ איז זייער שטאַרק, נאָר עס פאַרנוצט אסאַכ שטראָמ אונ גיט פאַרהעלטנישמעסיק ווייניק שייַנ.

**58. שמעלציקע זיכערערס.** די דורכפירערס פונ דער עלעקטרישער נעצ זיינענ אויסגערעכנט אַנטשפּרעכיק צומ גרעסטנ שטראָמ, וואָס דאַרפ דורכ זיי דורכגיינ.

ביזוואַנענ דער שטראָמ, וואָס גייט דורכנ דורכפירער, שטייַגט ניט אריבער די גרעסטע אָנלאָדונג, וועלכע איז דערלאָזבאַר פאַר דעמ געגעבענעמ דורכפירער, וואַרעמט זיכ אָנ דער דורכפירער ווייניק. איבער דעמ, וואָס דער סכומ וואַרעמקייט, וועלכע עס טיילט אויס דער שטראָמ אינעמ דורכפירער, איז פּראָפּאָרציאָנעל דעמ קוואַדראַט פונ

דער גרייס פונעם שטראָם, איז יעדע וועלכע ס'ניט איז איבערלאָדונג פונעם דורכפירער מיט שטראָם, רופט ארויס א באדייטנדיקע אָנוואַרעמונג.

פון א גרויסן שטראָם, קאָן אפילו א גראָבער דורכפירער זיך אָנוואַרעמען ביז אזא מאָס, אז די איזאָליאציע זײַנע וועט זיך אָנצינדן און די גאנצע נעץ ווערט קאַליע. סע קאָן אויך טרעפן, און דאָס איז נאָך באדייטנדיק שעדלעכער, אז די אָנגעצונדענע איזאָליאציע זאָל ארויסרופן א סרייפע. אז די איזאָליאציע ווערט קאַליע, קאָן דער שטראָם פארגרעסערט ווערן אין צען צוויזנט מאָל, און דאָס קאָן צעשעדיקן די ליניע.


פיג. 65.

קעדיי אויסצומײַדן צופעליקע איבערלאָדונגען פון דער ליניע און די קאטאסטראָפעס, וואָס זײַנען דערמיט פארבונדן, שטעלט מען איין אין יעדער ליניע באזונדערע ספעציעלע זיכערערס.

זייער פונקציע איז אווטאָמאטיש אויסשליסן די ליניע, וואָס אין איר ווערט דער שטראָם גרעסער פון דער דערלאָזטער נאָרמע.

יעדער דורכפירער פון דער ליניע איז איבערגעריסן, און אינעם איבעררײַס שטעלט מען ארײַן א פאטראָן פארן זיכערער. דער פאטראָן פארן זיכערער באשטייט פון א פאָרצעלײַענעם קעסטעלע, אין וועלכן סע איז אײַנגעפעסטיקט, פונקט ווי אין א געווינלעכן פאטראָן, א מעטאלענער שרויף־אײַנשניט און א מעטאלן זײַלעכל. צו זיי זײַנען צוגעפעסטיקט די עקן פונעם איבערגעריסענעם דורכפירער. אין דעם דאָזיקן פאטראָן שטעלט מען ארײַן א פאָרצעלײַענעם קאָרקעל — א פראָפן; אינעם פראָפן איז פאראן א בלײַענער דראָט (פיג. 65). איין עק פונעם דראָט איז צוגעפירט צום מעטאלן זײַלעכל, וואָס אינעם דנאָ פונעם קעסטעלע, און דער צווייטער — צום מעטאלענעם אײַנשניט, וואָס מיט אים ווערט דער פראָפן ארײַנגעשרויפט אין פאטראָן.


פיג. 66. וואָלטאס־בויגן.

דער שטראָם, וואָס גייט דורכן דורכפירער, גייט אין בלײַענעם דרעטל אויך. אז דער שטראָם שטײַגט אריבער די דערלאָזטע נאָרמע, ווערט דער בלײַענער דראָט צעשמאָלצן, און דער דורכפירער, וואָס די עקן זײַנע האָט דאָס דרעטל פארייניקט, ווערט איבערגעריסן. דער שטראָם שטעלט זיך אָפּ. דעמלט דארף מען אויסקלאָרן די סיבע, וואָס האָט ארויסגערופן דאָס איבעררײַסן פונעם פראָפן, באזײַטיקן די דאָזיקע סיבע און ארײַנשטעלן א נײַעם פראָפן. די נעץ וועט ווידער זײַן אין אָרדענונג.

זיכערערס מאכט מען פון פארשיידענע פאָרמען, נאָר אין אלע פאָרמען איז דער הויפּט־טייל פונעם זיכערער א דורכפירער, וואָס האָט א באדײַטנדיק קלענערן קווערשניט, איידער דער קווערשניט פון די דורכפירערס פון דער ליניע. בא יעדער איבערלאָדונג ווערט פריִער פון אלץ צעשמאָלצן דער דינער דורכפירער פונעם זיכערער, און איבער דעם ווערט אווטאָמאטיש איבערגעריסן דער דורכפירער פון דער ליניע.

### פֿראַגעס.

174. פֿאַרוואָס פֿאַמפּעט מען אויס די לופֿט פֿון געוויינלעכע עלעקטרישע לעמפּלעך?
175. פֿאַרוואָס נוצט מען אין לעמפּלעך דרעטלעך פֿון שווער־שמעלציקע מעטאַלן?
176. פֿאַרוואָס לאָזט מען אַרײַן אין גאַזפֿולע לאָמפּן אַזאָט אָדער אַרגאָן?

**59. וואָלטאַס בויגן.** די העלסטע באַלײַכטונג גיט וואָלטאַס בויגן. דער רוסישער געלערנטער פּעטראָוו האָט אין 1802 יאָר אײַנגעשלאָסן אין אַ קייט מיט אַ גרויסער שפּאַנונג צוויי קוילעכלעך. צווישן די קוילעכלעך האָט זיך באַקומען אַ בלענדנדיקער פֿלאַם (פֿיג. 66).

די אויסבילדונג פֿון וואָלטאַס בויגן דערקלערט זיך אויף אַזאַ אופֿן.

דער ווידערשטאַנד פֿון די קוילן איז באַזונדערס גרויס אין דעם אָרט, וווּ זיי באַרירן זיך צווישן זיך אין ווייניק פּונקטן. אינעם אָרט, וווּ די קוילן באַרירן זיך, בילדעט זיך אויס — לויט דזשאָול־לענצס געזעץ — באַם געהעריקן שטראָם אַ גוואַלדיקער סכום וואַרעמקייט.

די לופֿט, וואָס געפֿינט זיך צווישן די קוילן, גליט זיך אָן און אין אַן אָנגעגליטן צושטאַנד ווערט זי אַליין אַ דורכפֿירער. אַז מע פֿירט פֿאַנאַנדער די קוילן, גייט דורך דער שטראָם דורך דער אָנגעגליטער לופֿט און גיט אַ בלענדנדיקן פֿלאַם און אַ טעמפּעראַטור אַרום $4\,000°C$.

באַ דער דאָזיקער טעמפּעראַטור פֿאַרוואַנדלען זיך קימאַט אַלע שטאָפֿן אין דאַמף. ביסלעכווײַז ברענען אָפּ די קוילן, און דער אָפּשטאַנד צווישן זיי פֿאַרגרעסערט זיך. קעדיי אונטערהאַלטן דעם נייטיקן אָפּשטאַנד, קומט אויס רעגולירן אים אָדער מיט דער האַנט אָדער מיט ספּעציעלע אויטאָמאַטישע רעגוליאַטערס.

וואָלטאַס בויגן נוצט מען אויף באַלײַכטן אין פּראָיעקציע־אַפּאַראַטן, באַם קינאָפּיצירן, אין לײַכט־טורעמס, אין פּראָזשעקטערס.

### פֿראַגעס.

177. וויאַזוי באַקומט מען וואָלטאַס בויגן?
178. פֿאַרוואָס גייט באַ וואָלטאַס בויגן דער שטראָם אין דער קייט, כאָטש די קוילן באַרירן ניט איינער דעם אַנדערן?
179. וויפֿל איז די טעמפּעראַטור פֿון וואָלטאַס בויגן?

**60. עלעקטרישע שווייסונג.** מיט דער הילף פֿון דער וואַרעמקייט, וואָס עס גיט עלעקטרישער שטראָם, קאָן מען צונויפֿשווייסן מעטאַלן. צוליב דעם פֿירט מען אונטער צו די צוויי מעטאַל־שטיקער, וועלכע מע דאַרף צונויפֿשווייסן, אַ גרויסן שטראָם. אין דעם אָרט, וווּ די צוויי שטיקער, וואָס מע שווייסט צונויף, באַרירן איינער דעם צווייטן, איז דער גרעסטער ווידערשטאַנד פֿון דער קייט אַדאַנק דעם שלעכטן קאָנטאַקט; דאָ קומט אויף אַזאַ סכום וואַרעמקייט, וואָס צעשמעלצט דעם מעטאַל און שווייסט צונויף ביידע שטיקער איינעם.

### פֿראַגעס און געניטונגען.

180. באַם צונויפֿשווייסן בילדעט זיך אויס אַ גרויסער סכום וואַרעמקייט דאַפֿקע אין דעם באַרירונג־אָרט פֿון די שטיקער, וואָס מע שווייסט צונויף, און ניט אין אַנדערע ערטער. פֿאַרוואָס?
181. פֿאַרוואָס דאַרף מען באַם פֿאַרייניקן דורכפֿירערס ניט בלויז צונויפֿדרייען זיי איינעם, נאָר אויך צונויפֿלייטן?

182. צוויי דראָטנ — א ניקעלינענער אונ א קופערנער, פונ אײנעמ אונ דעמ זעלבנ קווערשניט אונ לענג — זײַנענ נאָכאנאנד אײַנגעשלאָסנ אינ אײנער אונ דער זעלבער קייט. וועלכער פונ זיי וועט זיכ שטארקער אָנווארעמענ? פארוואָס?

183. צוויי דראָטנ — א ניקעלינענער פונ 1 מ די לענג, מיט א קווערשניט פונ 2 ממ² אונ אנ אײַזערנער פונ 2 מ די לענג, מיט א קווערשניט פונ 0,5 ממ² — זײַנענ נאָכאנאנד אײַנגעשלאָסנ אינ אײנער אונ דער זעלבער קייט. אינ וואָסער דראָט וועט זיכ אויסטיילנ מער ווארעמקײַט?

184. ניט געקוקט אַפ דער אומופהערלעכער אויסטיילונג פונ ווארעמקײַט אינ אנ עלעקטרישנ אויוונ אָדער פרעס-אײַזנ, ווערט די ארומוויקלונג זייערע ניט איבערגעברענט. פארוואָס?

185. אנ אָנווארעמונג-אפאראט, וואָס באשטייט פונ א ניקעלינענער ספיראל, האָט מענ אראָפגעלאָזט אינ א קיילע מיט וואסער. ביז וואָס פאר א מאקסימאלער טעמפעראטור קאָנ זיכ אָנווארעמענ די ספיראל? פארוואָס?

186. אויב מע זאָל אנ אָנווארעמונג-אפאראט ארויסנעמענ פונ וואסער, ניט אויסשליסנדיק אימ דערבײַ פונ נעצ, ווערט ער גיכ איבערגעברענט. פארוואָס?

187. ווענ דער שטראָמ גייט דורכ די דורכפירערס אונ דורכנ פעדעמל פונ אנ עלעקטרישנ לעמפל, ווערט דאָס פעדעמל אָנגעגליט ביז ווײַס, אונ די דראָטנ ווארעמענ זיכ קימאט ניט אָנ. די גרייס פונעמ שטראָמ איז אי אינעמ דורכפירער, אי אינ פעדעמל פונ לעמפל די זעלבע. וויאזוי דערקלערט מענ די דאָזיקע דערשײַנונג?

188. פארוואָס באנוצט מענ פאר זיכערערס אינ אנ עלעקטרישער קייט דרעטלעכ פונ לײַכטשמעלציקע מעטאלנ?

189. וויפל ווארעמקײַט וועט זיכ אויסטיילנ אינ אנ עלעקטרישנ אָנווארעמער פאר 2 מינוט, אויב דער ווידערשטאנד פונעמ אָנווארעמער איז 20 אָמ, אונ די גרייס פונעמ שטראָמ, וואָס גייט דורכ אימ, איז 6 אמפער?

190. וויפל ווארעמקײַט וועט אויסטיילנ פאר א מינוט אנ עלעקטרישער אויוונ, וואָס איז אײַנגעשלאָסנ אינ א נעצ מיט א שפאנונג פונ 110 וואָלט, אויב דער ווידערשטאנד פונעמ אויוונ איז 30 אָמ?

191. וואָס פאר א סכומ ווארעמקײַט ווערט אויסגעטיילט פאר 1 מינוט אינ 1 מ ניקעלינ-דראָט מיט א שעטעכ פונעמ קווערשניט 0,45 ממ², אויב דורכנ דראָט גייט א שטראָמ פונ 4 אמפער?

192. אנ עלעקטרישער אָנווארעמער מיט א ווידערשטאנד פונ 40 אָמ ווערט אײַנגעשלאָסנ פריער אינ א נעצ מיט א שפאנונג פונ 120 וואָלט, אונ דערנאָכ אינ א נעצ מיט א שפאנונג פונ 240 וואָלט. אינ וואָסער נעצ אונ אינ וויפל מאָל וועט זיכ אינעמ אָנווארעמער אויסטיילנ א גרעסערער סכומ ווארעמקײַט?

193. פאר וויפל צײַט קאָנ מענ אָנווארעמענ 1 ל וואסער פונ 20° ביזנ זידנ, אויב מע זאָל אינ דעמ אראָפלאָזנ א דורכפירער מיט א ווידערשטאנד פונ 10 אָמ, וואָס די שפאנונג אַפ זײַנע עקנ איז 110 וואָלט?

194. באשטימט דעמ ווידערשטאנד פונעמ דראָט פונ אנ עלעקטרישנ אָנווארעמער, אויב באמ אײַנשליסנ אינ א נעצ מיט א שפאנונג פונ 110 וואָלט דערפירט ער ביזנ זידנ א גלאָז (200 ג) וואסער בא 20° אינ פארלויפ פונ 1 מינוט.

195. וויפל ווארעמקײַט טיילט אויס אינ מעשעכ פונ א שאָ צײַט אנ עלעקטרישער פרעס-אײַזנ מיט א ווידערשטאנד פונ 24 אָמ, וואָס נעמט א שטראָמ פונ 5 אמפער?

196. וואָס פאר א סכומ ווארעמקײַט טיילט זיכ אויס אינ דרעטל פונ אנ עלעקטרישנ לאָמפ אינ מעשעכ פונ א שאָ צײַט, אויב דער לאָמפ פארברויכט א שטראָמ פונ 1 אמפער בא א שפאנונג פונ 110 וואָלט?

197. אינ א קיילע מיט קעראָסינ איז אראָפגעלאָזט געוואָרנ א ניקעלינענע ספיראל. אַפ וויפל גראדוס וועט זיכ אָנווארעמענ פאר 10 מינוט 1 ל קעראָסינ, אויב דורכ דער ספיראל וועט דורכגעלאָזט ווערנ א שטראָמ מיט א קראפט פונ 2 אמפער בא א שפאנונג פונ 2 וואָלט (די ווארעמופנעמיקײַט פונ קעראָסינ איז 0,5)?

198. ווי גרויס איז דער שטראָמ, וואָס גייט דורכ דער ארומוויקלונג פונ אנ עלעקטרישנ טשײַניק, אינ וועלכנ עס ווארעמט זיכ אָנ פאר 10 מינוט 2 ליטער וואסער פונ 20° ביזנ זידנ? די שפאנונג פונ דער נעצ איז 120 וואָלט.

199. צוויי לאָמפנ אַפ 60 וואָלט, דער ערשטער מיט א ווידערשטאנד פונ 400 אָמ, דער צווייטער מיט א ווידערשטאנד פונ 100 אָמ, זײַנענ נאָכאנאנד אײַנגעשלאָסנ אינ א נעצ מיט א שפאנונג פונ 120 וואָלט. אינ וואָסער לאָמפ וועט זיכ אויסטיילנ א גרעסערער סכומ ווארעמקײַט?

200. רעכנט אויס די לענג פונ א ניקעלינענעם דראָט מיט א קווערשניט פונ 0,2 ממ2 אפ מאכנ אנ אָנוואַרעמער, וואָס זאָל אינ מעשעכ פונ 5 מינוט קאָנענ אָנוואַרעמענ 1 ל וואסער פונ 20° ביזנ זידנ. די שפּאַנונג פונעם שטראָם איז 120 וואָלט. אפ די פאַרלוסטנ פונ וואַרעמקייט לייגט ניט קיינ אכט.

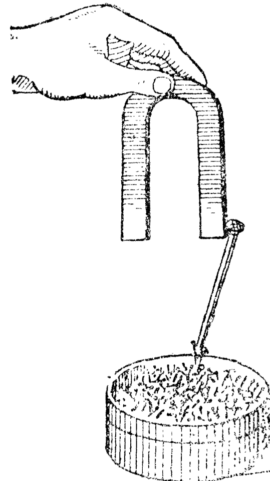
201. אפ צו באַוואַרעמענ א וואַגאָנ פונ אנ עלעקטרישנ צוג דאַרפ דער שטראָם געבנ 2000 גרויסע קאַלאָריעס א שאָ. די שפּאַנונג פונ דער נעצ איז 200 וואָלט. וואָס פאַר א שטראָם וועט אוועק אפ דער באַוואַרעמונג? ווי גרויס איז דער ווידערשטאַנד פונעם אָנוואַרעמונג־אַפּאַראַט?

202. רעכנט אויס דעם קאָעפיציענט פונ נוצלעכער אַרבעט פונ אנ אָנוואַרעמער, אויב עס איז באַוויזנ, אַז בא א שטראָם פונ 5 אַמפּער אונ א שפּאַנונג פונ 100 וואָלט קאָנ מענ מיט אים אָנוואַרעמענ פאַר 8 מינוט 600 ג וואסער, פונ 12° ביזנ זידנ.

קאפיטל IV.

# עלעקטרעמאגנעטיש פעלד.

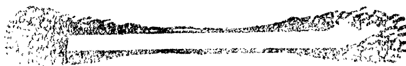
**61. גרונטיקע מאגנעטישע דערשײַנונגענ.** נאָכ אינ די אוראלטסטע צײַטנ איז געווענ באווּסט, אז אײַניקע אײַזנארצנ פארמאָגנ אנ אײגנשאפט צוציִענ צו זיכ אײַזנ. אזא ארצ האָט מענ גערופנ **מאגנעט**, אָדער מאגנעט־שטײנ, ווײַל גרויסע לאגערנ פונ דעמ דאָזיקנ ארצ זײַנענ געווענ לעבנ דער שטאָט מאגנעזיע אינ קלײנאזיע.



פיג. 67.

ווענ מיר טראָגנ צו צו א מאגנעט אנ אײַזערנעמ צוויאָכ, קאָנענ מיר באמערקנ, אז אינ דער אָנוועזנהײַט פונעמ מאגנעט ווערט דער צוויאָכ אלײנ א מאגנעט (פיג. 67). צו אימ ציִענ זיכ צו קלײנע אײַזערנע צוועקלעכ, פונ זײ קאָנ מענ באקומענ א גאנצ לאנגע קײט. ווי נאָר מע נעמט צו דעמ מאגנעט פונעמ אײַזנ, ווערט דאָס אײַזנ אויסמאגנעטיזירט.

פונקט אזוי ווערט אָנגעמאגנעטיזירט שטאָל אינ דער אָנוועזנהײַט פונ א מאגנעט. פארהארטעוועטער שטאָל אָבער, באמ דערווײַטערנ דעמ מאגנעט בלײַבט אָנגע־



פיג. 68. מאגנעט־פאָליוסנ.

מאגנעטיזירט. דעריבער קאָנ מענ פונ פארהארטעוועטנ שטאָל מאכנ שטענדיקע מאגנעטנ.

לאָמיר אוועקלײגנ א מאגנעט אפ א שיכט אײַזנ־זעגעכצ, וואָס איז אָנגעשאָטנ אפנ טיש; אופהײבנדיק דעמ מאגנעט פונ טיש, באמערקנ מיר, אז דאָס אײַזנ־זעגעכצ איז צומ מערסטנ געדיכט צוגעשטאנענ צו די עקנ פונעמ מאגנעט. וואָס נעענטער צומ מיטנ, אלצ שוואכער איז די צוציִונג פונעמ מאגנעט (פיג. 68).

יענע ערטער פונ מאגנעט, אינ וועלכע עס ווײַזנ זיכ ארויס די סאמע שטארקסטע מאגנעטישע ווירקונגענ, הײסנ **פאָליוסנ**. די גראָדע ליניע, וואָס פארײניקט די פאָליוסנ, הײסט די **אקס** פונעמ מאגנעט.

א מאגנעט קאָנ צוציִענ אײַזנ אויכ אינ דעמ פאל, ווענ צווישנ דעמ מאגנעט אונ דעמ אײַזנ זײַנענ פאראנ דינע גלעזערנע, קארדאָנענע אונ הילצערנע פלאסטינקעס.

אז מירנ ארײַנשטעלנ דעמ פּאָליוס פונ א מאגנעט אינ א שאכטל מיט אײַזנ־זעגעכצ אונ קופּער־זעגעכצ, וועט דער מאגנעט צוציִענ צו זיכ בלויז דאָס אײַזנ־זעגעכצ. הייסט עס, אז ניט יעדער מעטאל ציט זיכ צומ מאגנעט.

מאגנעטישע אײגנשאפטנ פארמאָגנ אמײנסטנס שטאָל אונ אײַזנ, וועלכע מע נוצט טאקע אינ דער טעכניק אלס מאגנעט־מאטעריאלנ.

קעדײ אָנצומאגנעטיזירנ א שטאָלנ שפּיזל, א שפּיצע אָדער א פעדער, איז גענוג דורכצופירנ איבער זײ עטלעכע מאָל מיט אײנ פּאָליוס פונ א מאגנעט. גרויסע שטיקער שטאָל מאגנעטיזירט מענ אָנ מיט דער הילפ פונ עלעקטרישנ שטראָמ.

פ ר א ג ע ס.

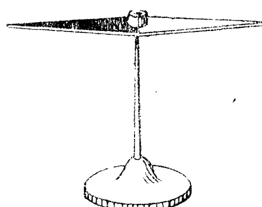
203. וואָס איז אזוינס די מאגנעטישע פּאָליוסנ ?

204. וויִאזוי מאגנעטיזירט מענ אָנ גיט קײנ גרויסנ שטאָלענעמ געגנשטאנד ?

205. אינ וועלכע ערטער פונ א מאגנעט האָבנ זיכ צעמישט אײַזנ-זעגעכצ אונ מעש־זעגעכצ. וויִאזוי טײלט מענ זײ אָפּ אײנע פונ די צווײטע ?

## 62. מאגנעט־ווײַזער. 

לאָמיר אָנמאגנעטיזירנ א שטאָלענעמ ווײַזער אונ אוועקלײגנ אימ אפנ שפּיצ פונ אנ אונטערשטעל (פיג. 69). דער אָנגעמאגנעטיזירטער ווײַזער גיט זיכ א דרײ אפנ אונטערשטעל אונ שטעלט זיכ אײַנ אזוי, אז אײנ פּאָליוס זײַנער באווײַזט אפ צאָפנ, דער צווײטער — אפ דאָרעמ. לאָמיר אָפּמערקנ דעמ פּאָליוס, וואָס איז געווענדעט אפ צאָפנ, מיט אנ אָנגעקלעפּט פּאַפּירל אונ לאָמיר א קער טונ דעמ ווײַזער אזוי, אז דער דאָזיקער פּאָליוס זאָל זײַנ געווענדעט אפ דאָרעמ. ווי מיר זאָלנ זיכ ניט באמיִענ צו ענדערנ די לאגע פונעמ ווײַזער, וועט ער זיכ פאָרט סאָפּקאָלסאָפּ א קער טונ אזוי, אז דער אָפּגעמערקטער פּאָליוס וועט זײַנ געווענדעט אפ צאָפנ, אונ דער אנדערער פּאָליוס — אפ דאָרעמ.



פיג. 69. א מאגנעט־ווײַזער.

ווײַטער וועלנ מיר דעמ פּאָליוס, וואָס איז געווענדט אפ צאָפנ, רופנ צ אָ פ נ ד י ק ע ר מ א ג נ ע ט־פּ אָ ל י ו ס אונ באצײכענענ אימ מיטנ בוכשטאב *N* (דער ערשטער בוכשטאב פונעמ וואָרט *Nord*, וואָס באטײַט צאָפנ), דעמ פּאָליוס, וואָס איז געווענדעט אפ דאָרעמ, וועלנ מיר באצײכענענ מיטנ בוכשטאב *S* (ערשטער בוכשטאב פונעמ וואָרט *Süd*, וואָס באטײַט דאָרעמ).

> די ריכטונג, אינ וועלכער עס שטעלט זיכ אײַנ די אקס פונ א באוועגלעכנ מאגנעט־ווײַזער, הײסט מאגנעט־מערידיִאנ.
>
> די ווערטיקאלע פּלאַכ, וואָס גײט דורכ דורכנ מאגנעט־מערידיִאנ, ווערט אָנגערופנ: די פּלאכ פונ מאגנעט־מערידיִאנ.

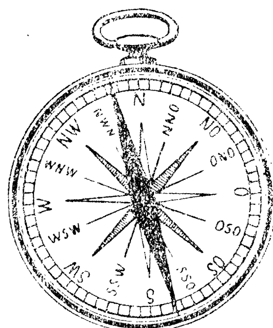
פ ר א ג ע.

206. וואָסער פּאָליוס הײסט צאָפנדיקער אונ וואָסער דאָרעמדיקער ?

63. **קאָמפּאַס.** די אייגנשאַפט פון א פריַי אופגעהאַנגענעם מאַגנעט־וויַיזער איַינ־צושטעלן זיך אין א באַשטימטער ריכטונג איז געווען באַקאַנט די כינעזער נאָך מיט 4000 יאָר צוריק. אַזוינע וויַיזערס האָבן זיי גענוצט אפ צו באַשטימען די ריכטונג באַ וויַיטע ריַיזעס. ווי עס וויַיזט אויס, האָבן זיך פון די כינעזער באַקאַנט מיטן באַנוצנ דעם מאַגנעט־וויַיזער אויך אַנדערע פעלקער.

דער מאַגנעט־וויַיזער איז דער הויפּט־טייל פון א ק אָ מ פּ אַ ס — אן אַפּאַראַט, וואָס גיט די מעגלעכקייט צו באַשטימען די זיַיטן פון דער וועלט.

דער געבוי פונעם קאָמפּאַס איז געוויזן אפ דער פיג. 70.



פיג. 70. קאָמפּאַס.

אין צענטער פון דער גראַדוס־שקאַלע געפינט זיך אן אַקס, אפ וועלכער עס דרייט זיך א מאַגנעט־וויַיזער, וואָס זיַין צאָפנדיקער עק איז געווייגלעך באַפאַרבט אפ בלוי.

איַינשטעלנדיק דאָס שאַכטעלע פון קאָמפּאַס אזוי, אז דער צאָפנדיקער פּאָליוס פונעם וויַיזער זאָל צונויפפאַלן מיטן פונקט $N$ פון דער גראַדוס־שקאַלע, באַשטימט מען לויט דער גראַדוס־שקאַלע די זיַיטן פון דער וועלט.

64. **קעגנזיַיטיקע ווירקונג פון די פּאָליוסן.** אויב מע זאָל צום צאָפנ־דיקן פּאָליוס פון א מאַגנעט־וויַיזער צוטראָגן איינעם נאָך דעם אַנדערן די פּאָליוסן פון אוועלכן ניט איז מאַגנעט, וועט מען קאָנען באַמערקן, אז דער צאָפנדיקער פּאָ־ליוס פונעם וויַיזער וועט זיך אָפּשטויסן פונעם צאָפנדיקן פּאָליוס פון מאַגנעט און וועט זיך צוציִען צו זיַין דאָרעמדיקן פּאָליוס. אָבער דער דאָרעמדיקער פּאָליוס פונעם וויַיזער שטויסט זיך אָפּ פונעם דאָרעמדיקן פּאָליוס פון מאַגנעט און ציט זיך צו צום צאָפנדיקן פּאָליוס פון מאַגנעט. פון דעם קאָן מען מאַכן אן אויספיר:

> פאַרשיידנאָמענדיקע מאַגנעטישע פּאָליוסן ציִען זיך צו, גליַיכנאָמענ־דיקע — שטויסן זיך אָפּ.

**פ ר א ג ע ס.**

207. וויאַזוי ווירקן מאַגנעטישע פּאָליוסן איינער אפן אַנדערן?

208. צי וועט זיך איַינשטעלן דער קאָמפּאַס־וויַיזער פון צאָפן אפ דאָרעם, אויב מע וועט צו אים צוטראָגן א מאַגנעט?

צי וועט זיך ניט ענדערן די ריכטונג פון קאָמפּאַס־וויַיזער, אויב מע וועט צו אים צוטראָגן א שטיקל איַיזן?

209. אין אייניקע ערטער, דערהויפּט נאָענט לעבן באַרג־קייטן, וואָס האָבן אין זיך אַסאַך איַיזן, נייגט זיך אָפּ דער מאַגנעט־וויַיזער פונעם מערידיאַן. איינע פון די שטאַרקסטע אָפּנייגונגען באַמערקט זיך אין אונדזער פאַרבאַנד לעבן קורסק (קורסקער אַנאָמאַליע).

אפ וואָס באַוויַיזט קורסקער אַנאָמאַליע?

65. **דער געבוי פון א מאַגנעט.** באַם אָנמאַגנעטיזירן א פּרענטל האָבן זיך באַקומען אפ זיַינע קעגנזעצלעכע עקן פאַרשיידענע פּאָליוסן. לאָמיר פּרוּוון, צי קאָן מען ניט באַקומען א מאַגנעט מיט איין פּאָליוס.

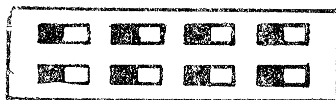
לאָמיר אָנמאגנעטיזירנ א קליינ זעגעלע (פונ א לאָבזיק) אונ אויספּרוווּנ נאָכדעמ ביידע עקנ פונעמ זעגעלע. עס ווײַזט זיכ ארויס, אז אפ די עקנ פונ אָנמאגנעטיזירטנ זעגעלע האָבנ זיכ אויסגעבילדעט ביידע פּאָליוסנ. ארײַנלייגנדיק דאָס זעגעלע אינ אײַזנ־זעגעכצ, באמערקנ מיר, אז צו די פּאָליוסנ האָט זיכ דאָס אײַזנ־זעגעכצ צוגעצויגנ באזונדערס שטארק, אָבער אינמיטנ איז קיינ צוגעצויגנ אײַזנ נישטאָ.

לאָמיר צעברעכנ דאָס זעגעלע אפּדערהעלפט. צי וועט זיכ ניט אײַנגעבנ אינ דאָזיקנ פאל אָפּצוטיילנ איינ פּאָליוס פונ דעמ אנדערנ?

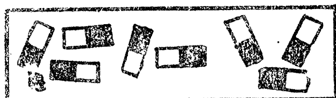
נאָכנ אויספּרוווּנ די באקומענע שטיקלעכ זעגעלע, באמערקנ מיר, אז אויכ אינ דעמ דאָזיקנ פאל האָט זיכ אונדז ניט אײַנגעגעבנ אָפּצוטיילנ איינ פּאָליוס פונ דעמ אנדערנ. יעדער שטיקל שטעלט מיט זיכ פאָר א גאנצנ מאגנעט, וואָס אפ איינ עק מיט א צאָפנדיקנ פּאָליוס, אונ מיט א דאָרעמדיקנ פּאָליוס אפנ צווייטנ.

יעדערס פונ די שטיקלעכ קאָנ מענ נאָכאמאָל צעברעכנ אפּדערהעלפט, אונ מיר וועלנ ווידער באקומענ אָנשטאָט איינעמ צוויי גאנצע מאגנעטנ, וואָס בא יעדערנ פונ זיי וועלנ זײַנ ביידע פּאָליוסנ.

דאָס גיט א גרונט צו רעכענענ, אז די מאָלעקולעס פונ א מאגנעט שטעלנ מיט זיכ פאָר אזוינע זייער קלייניקע מאגנעטעלעכ, וואָס זײַנענ אויסגעלייגט אזוי, אז זייערע גלײַכנאָמענדיקע פּאָליוסנ האָבנ איינע אונ די זעלבע ריכטונג (פיג. 71).



פיג. 71.



פיג. 72.

אויב די אָרט־לאגע פונ די מאגנעטעלעכ וועט זיכ ענדערנ אונ זיי וועלנ זיכ אויסלייגנ אינ אנ אומאָרדענונג איינער אינ באצוג צומ אנדערנ, וועט זיכ דער קערפּער, אינגאנצנ גענומענ, ארויסווײַזנ פאר ניט אָנגעמאגנעטיזירט (פיג. 72).

לאָמיר אָנגליִענ ביז רויט אנ אָנגעמאגנעטיזירט שטאָלנ פרענטל אונ לאָזנ עס זיכ אָפּקילנ. נאָכנ אָפּקילנ וועט זיכ ארויסווײַזנ, אז דאָס פרענטל איז ניט אָנגעמאגנעטיזירט. די אָנוואַרעמונג איז געווענ גענוג, כדי צו צעשטערנ די אָרטלאגע פונ די מאָלעקולארע מאגנעטלעכ. פונקט אזוי מאגנעטיזירנ זיכ אויס מאגנעטנ בא א צעטרייסלונג, באמ קלאפּנ, ווײַל בא א צעטרייסלונג איז די מאָלעקולעס גרינגער צו ענדערנ זייער אָרטלאגע.

פּ ר א ג ע ס.

210. צי קאָנ מענ באקומענ א מאגנעט מיט איינ פּאָליוס?

211. וואָס פאר א געבוי האָט א מאגנעט?

212. פארוואָס מאגנעטיזירט זיכ אויס א מאגנעט באמ אָנוואַרעמענ אונ באמ קלאפּנ אימ?

**66. מאגנעט־פעלד.** לאָמיר אָנמאגנעטיזירנ א נאָדל, ארײַנשטעקנ זי אינ א קליינ שטיקל פּראָפּנ אונ לאָזנ שווימענ אינ א קיילע מיט וואסער. די נאָדל דארפ מענ אזוי ארײַנשטעקנ אינ פּראָפּנ, אז זי זאָל שווימענ אינ וואסער אינ א ווערטיקאלער לאגע (פיג. 73) אונ איר צאָפנדיקער פּאָליוס זאָל זיכ געפינענ פונ אויבנ.

אז מיר וועלנ אונטערטראָגנ צומ צאָפּנדיקנ פּאָליוס פונ דער נאָדל דעמ צאָפּנדיקנ פּאָליוס פונ א פּאָדקאָוועארטיקנ מאגנעט, וועלנ מיר באמערקנ, אז דער צאָפּנדיקער פּאָליוס פונ דער נאָדל וועט זיכ נעמענ איבערוקנ לויט א קרומער ליניע פונעמ צאָפּנדיקנ פּאָליוס פונעמ פּאָדקאָוועארטיקנ מאגנעט צומ דאָרעמדיקנ.

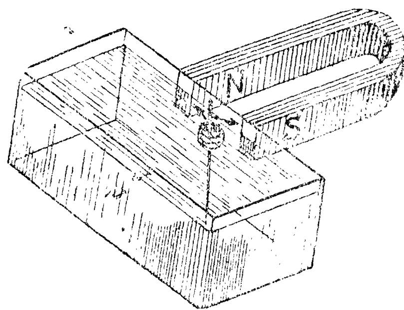
| |
|---|
| די ליניע, לויט וועלכער עס רוקט זיכ איבער א מאגנעט־פּאָליוס, הייסט קראפט־ליניע. |

איַינשטעלנדיק די נאָדל אינ פארשיידענע ערטער לעבנ די פּאָליוסנ פונעמ פּאָדקאָוועארטיקנ מאגנעט, וועלנ מיר באמערקנ, אז פאר יעדער לאגע פונ דער נאָדל לעבנ די פּאָליוסנ פונעמ מאגנעט איז פאראנ א באזונדערע קראפט־ליניע, אנדערש גערעדט, אינ רוימ לעבנ די פּאָליוסנ פונעמ מאגנעט קאָנ מענ דורכפירנ זייער אסאכ קראפט־ליניעס.

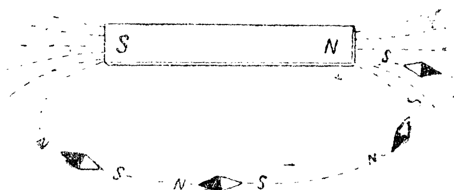
| |
|---|
| דער רוימ, וואָס ריגלט ארומ א מאגנעט און וואָס אינ אימ וויַיזנ זיכ ארויס מאגנעטישע קראפט־ליניעס, הייסט מאגנעט־פעלד. |

מירנ זיכ צונויפריידנ, אז פאר דער ריכטונג פונ א קראפט־ליניע וועלנ מיר אָנעמענ יענע ריכטונג, אינ וועלכער עס באוועגט זיכ אינעמ מאגנעט־פעלד דער צאָפּנדיקער פּאָליוס פונ א מאגנעט. הייסט עס, אז די קראפט־ליניעס גייענ ארויס פונ צאָפּנדיקנ פּאָליוס אונ גייענ אריַינ אינ דאָרעמדיקנ.

דער מאגנעט־וויַיזער, וואָס ווערט איַינגעשטעלט אינ א באשטימטנ אָרט פונעמ מאגנעט־פעלד, שטעלט זיכ איַינ אינ דער ריכטונג פונ דער בארירנדיקער צו דער קראפט־ליניע אינ געגעבענעמ אָרט פונעמ פעלד.




פיג. 73. די באוועגונג פונ מאגנעטישנ פּאָליוס אינ א מאגנעט־פעלד.

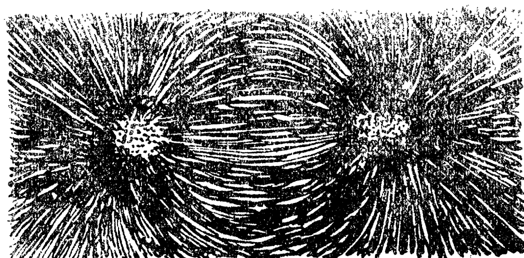



פיג. 74. די אָרטלאגע פונעמ מאגנעט־וויַיזער אינעמ מאגנעט־פעלד.

ווענ מיר וואָלטנ איַינשטעלנ אינ פארשיידענע ערטער פונעמ מאגנעט־פעלד קליינינקע מאגנעט־וויַיזערס (פיג. 74), וואָלטנ מיר געקאָנט נאָכשפּירנ די ריכטונג פונ די קראפט־ליניעס. לאָמיר טונ אנדערש: מירנ אוועקלייגנ אפנ טיש א מאגנעט אונ פונ אויבנ אפ אימ א בויגנ קארדאָנ. אָנשיטנדיק אפנ קארדאָנ אינ א גליַיכנ שיכט אביסל איַיזנ־זעגעכצ אונ געבנדיק א טרייסל דעמ קארדאָנ, וועלנ מיר באמערקנ,

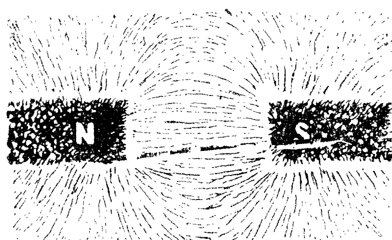
אז דאָס אײַזנ־זעגעכצ דאָט זיכ צעלייגט אינ אייגנאַרטיקע ליניעס, וואָס גייענ פונ איינ פּאָליוס צומ צווייטנ (פּיג. 75).

די זעגעכצ, געפּינענדיק זיכ נאָענט פונעמ מאַגנעט, זײַנענ אלייג געוואָרנ קליי־נינקע מאַגנעטנ. אז מיר גיבנ א טרייסל דעמ קאַרדאָנ, גיבנ מיר א מעגלעכקייט די

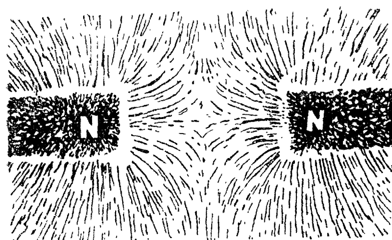


פּיג. 75. א מאַגנעט־ספּעקטער.

שטיקלעכ אײַזנ־זעגעכצ צו באַפרײַענ זיכ פונ דער רײַבונג אָנ קאַרדאָנ אונ צו פאַר־נעמענ די לאַגע, וועלכע זיי דאַרפנ פאַרנעמענ אונטער דער ווירקונג פונ מאַגנעט. די אָרטלאַגע פונ אײַזנ־זעגעכצ אינעמ מאַגנעט־פעלד רופט מענ מאַגנעט־ספּעקטער.

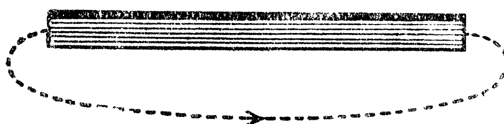



פּיג. 76. א מאַגנעט־ספּעקטער צווישנ פאַרשיידנ־נאָמענדיקע פּאָליוסנ.




פּיג. 77. א מאַגנעט־ספּעקטער צווישנ גלײַכ־נאָמענדיקע פּאָליוסנ.

אפ דער פּיג. 75 איז געוויזנ א מאַגנעט־ספּעקטער פונ א גראָדליניקנ מאַגנעט. אפ דער פּיג. 76 איז געוויזנ א מאַגנעט־ספּעקטער צווישנ צוויי פאַרשיידנ־נאָמענדיקע פּאָליוסנ.



פּיג. 78.

די קראַפט־ליניעס צווישנ $N$ אונ $S$ זעענ אויס, ווי זיי וואָלטנ שטרעבנ זיכ צו פאַר־קירצנ, וואָס עס איז מעגלעכ נאָר בא דעמ באַדינג, אויב די מאַגנעטנ וועלנ זיכ

דערנעענטערן איינער צו דעם אנדערן. אף דער פיג. 77 איז געוויזן א מאגנעט־ספעק־טער צווישן גלייכנאָמענדיקע פּאָליוסן. די ליניעס זעען אויס, ווי זיי וואָלטן דריקן איינע אף די אנדערע. מיר ווייסן, אז אין געגעבענעם פאל שטויסן זיך די מאגנעטן אָפּ איינער פון דעם אנדערן.

**פראגעס.**

213. וואָס הייסט מאגנעטישע קראפט־ליניע?

214. וואָס הייסט מאגנעט־פעלד?

215. די ריכטונג פון א מאגנעטישער קראפט־ליניע איז אָנגעוויזן מיט א ווייזער (פיג. 78). באשטימט די פּאָליוסן.

**67. מאגנעט־פעלד פון דער ערד.** דער עקספּערימענט מיט א מאגנעט־ווייזער און די אָנווענדונג פון א קאָמפּאס צוליב רייזעס זיינען א באווייז, אז מיר געפינען זיך אין א מאגנעט־פעלד, וואָס רינגלט ארום די ערד. אזויווי א מאגנעט־ווייזער פלעגט מען נוצן בא רייזעס, וועלכע מע פלעגט אין דער עפּאָכע פון אופקום און אנטוויקלונג פון האנדל אונטערנעמען צוליב אנטדעקן נייע לענדער — נייע מערק, איז איינגאנצן פארשטענדלעך, אז קעדיי צו באנוצן זיך אף א זיכערן אופן מיט א מאגנעט־ווייזער, איז נייטיק געווען צו דערלערנען די אייגנשאפטן פון דעם דאָזיקן ווייזער און אויסלערנען זיך מאכן גוטע מאגנעט־ווייזערס.

איינער פון די ערשטע אויספאָרשער פון מאגנעטישע דערשיינונגען איז געווען דער יאַם־פאָרער און דער קאָמפּאַס־מייסטער נאָרמאַן.

דאָס דערלערנען מאגנעטישע דערשיינונגען איז געווען נייטיק צוליב יאַמפאָרעריי. דאָס נוצן א מאגנעט־ווייזער בא רייזעס האָט געבראכט צו אנטדעקן זייער וויכטיקע מאגנעטישע דערשיינונגען.

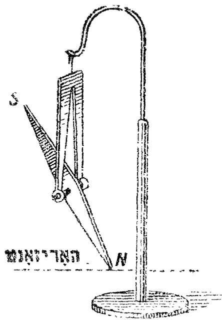
באַאָבאכטנדיק די לאגע פונעם מאגנעט־ווייזער, זאָגן מיר, אז דער צאָפנדיקער עק פונעם ווייזער באווייזט אף צאָפן. דאָס איז ניט אינגאנצן ריכטיק. די ריכטונג פונעם מאגנעט־מערידיאַן פאלט ניט צונויף מיט דער ריכטונג פונעם געאָגראפישן מערידיאַן. דעם ווינקל צווישן געאָגראפישן מערידיאַן און מאגנעט־מערידיאַן רופט מען אָפּנייג־ווינקל.

קאָלומב האָט באמערקט, אז דער אָפּנייג־ווינקל האָט אין פארשיידענע ערטער א פארשיידענע גרייס. הייסט עס, אז די מאגנעט־פּאָליוסן פאלן ניט צונויף מיט דער לאגע פון די ערד־פּאָליוסן. אויסער דעם, האָט מען באמערקט, אז אפילע אין איינעם און דעם זעלביקן אָרט בלייבט ניט דער אָפּנייג־ווינקל קיין באשטענדיקער, נאָר ער ענדערט זיך זייער לאנגזאם פון יאָר צו יאָר.

אויב מע זאָל אף אויספאָרשן דאָס מאגנעט־פעלד פון דער ערד נוצן א ווייזער, וואָס קאָן זיך באוועגן ניט בלויז ארום א ווערטיקאלער, נאָר אויך ארום א האָריזאָנטאלער אקס, וועט מען קאָנען באמערקן, אז די ריכטונג פונעם ווייזער וועט בילדן א ווינקל מיט דער האָריזאָנטאלער ריכטונג. דער ווינקל צווישן דער אקס פונעם ווייזער אין דער האָריזאָנטאלער פלאך הייסט אָנבייג־ווינקל. דער דאָזיקער ווינקל איז אין די מיטעלע געאָגראפישע ברייטן גלייך צו 70° (פיג. 79), אויב דער ווייזער קערעוועט זיך אין דער פלאך פון מאגנעט־מערידיאַן.

אפ די מאגנעט־פאָליוסנ פונ דער ערד איז דער אָנבייג־ווינקל גלײַכ צו 90°, אונ אפנ מאגנעט־עקוואטער איז דער אָנבייג־ווינקל גלײַכ צו 0°.

דער מאגנעט־ווײַזער, וואָס קאָנ זיכ הדרײַ באוועגנ אינ א באליביקער ריכטונג, שטעלט זיכ אײַנ אינ דער ריכטונג פונ דער קראפט־ליניע. וויסנדיק, וויאזוי עס האָבנ זיכ אײַנגעשטעלט די מאגנעט־ווײַזערס, קאָנענ מיר וויסנ די ריכטונג פונ די קראפט־ליניעס פונעמ מאגנעט־פעלד פונ דער ערד.



פיג. 79.

יעדער שטיקל אײַזנ, ווענ ער געפינט זיכ אינ דעמ מאגנעט־פעלד, וואָס אוועלכער עס איז נאָענט ליגנדיקער מאגנעט האָט אויסגעבילדעט, מאגנעטיזירט זיכ אָנ.

פונקט אזוי מאגנעטיזירט זיכ אויכ אָנ אנ אײַזערנער שטעג, וואָס ליגט אינ דער ריכטונג פונ דער קראפט־ליניע פונעמ ערדישנ מאגנעט־פעלד, רעלסנ, אנ אײַזערנער קאָרפוס פונ א שיפ.

די אײַזערנע אונ שטאָלענע טײלנ פונ קאָרפוס, דאָס וואָס זיי מאגנעטיזירנ זיכ אָנ דעמלט, ווענ די שיפ ענדערט איר לאגע באנעגייע די קראפט־ליניעס פונעמ מאגנעט־פעלד פונ דער ערד — דאָס ווירקט, געוויינטלעכ, אפ דער ריכטיקײַט פונ די באווײַזנ פונעמ קאָמפאס־ווײַזער.

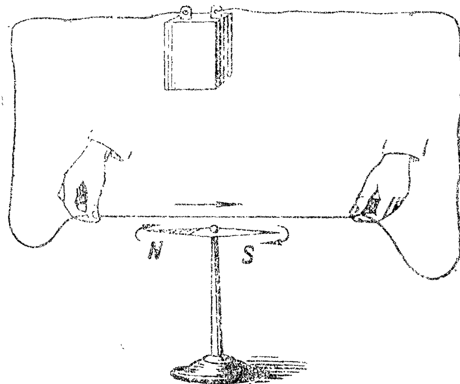
קעדיי צו באזײַטיקנ די דאָזיקע ווירקונגענ, שטעלט מענ אײַנ אפנ קאָמפאס פונ דער שיפ צוגאָב־מאגנעטנ אונ מע שטעלט צונויפ א טאבעלע צו פאריכטנ די באווײַזנ פונעמ קאָמפאס־ווײַזער בא פארשיידענע לאגעס פונ דער שיפ.

פראגעס.

216. וואָסער מאגנעט־פאָליוס געפינט זיכ אינ צאָפנדיקנ האלבקײַלעכ פונ דער ערד?
217. וואָס הייסט דער אָפנייג־ווינקל אונ דער אָנבייג־ווינקל פונ א מאגנעט־ווײַזער?
218. אנ אײַזערנעמ רעלס האָט מענ אוועקגעלייגט אפ דער ערד אינ דער ריכטונג פונ צאָפנ אפ דאָרעמ. פארוואָס מאגנעטיזירט זיכ אָנ אזא רעלס אלײנ פונ זיכ?

## 68. מאגנעט־פעלד פונ שטראָמ.

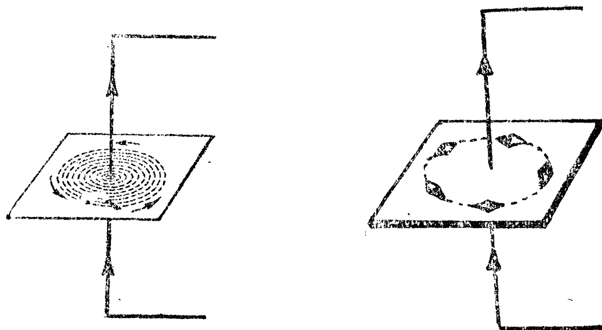
בא דער ערשטער באקאנטשאפט מיטנ שטראָמ האָבנ מיר געזענ, אז דאָס דורכגײנ פונ שטראָמ דורכ א דורכפירער ווערט באגלייט מיט מאגנעט־דערשײַנונגענ. לאָמיר אײַנשטעלנ איבער א מאגנעט־ווײַזער, פאראלעל צו אימ, א דראָט אונ לאָמיר לאָזנ דורכנ דראָט א שטראָמ (פיג. 80). מירנ באמערקנ, אז דער ווײַזער האָט זיכ אָפגענייגט פונ זײַנ פריערדיקער לאגע. ווי נאָר עס הערט אופ דער שטראָמ, קערט זיכ דער ווײַזער אומ צוריק צו זײַנ פריערדיקער לאגע.



פיג. 80. מאגנעט־פעלד פונ שטראָמ.

אזוי ווי דער שטראָם נייגט אָפּ דעם מאגנעט־וויַיזער, איז קלאָר, אז בייס דער שטראָם גייט דורך דורך א דורכפירער, בילדעט זיך אויס לעבן דורכפירער א מאג־נעט־פעלד.

לאָמיר אויספאָרשן דאָס מאגנעט־פעלד. דורכלאָזנדיק א שטראָם דורך א גראָבן דראָט, וואָס איז דורכגעלאָזט דורך א קארדאָן, אפּ וועלכן עס איז אָנגעשאָטן א שיכט



פיג. 81. מאגנעט־פעלד פון א גראָדליניקן שטראָם.

אייַזן־זעגעכץ (פיג. 81), באמערקן מיר, אז די שטיקעלעך אייַזן־זעגעכץ לייגן זיך אויס קרייַזנווייַז ארום דעם דראָט.

אז מע זאָל לעבן דורכפירער אייַנשטעלן עטלעכע מאגנעט־וויַיזערס, וועלן זיך אַלע וויַיזערס א קער טון און וועלן זיך אייַנשטעלן אין דער ריכטונג פון א באַ־רירנדיקער צו די קרייַזן (פיג. 81). אויב מע זאָל ענדערן די ריכטונג פונעם שטראָם אינעם דראָט, וועלן זיך די מאגנעט־וויַיזערס אַלע איבערדרייען און וועלן פארנעמען א קעגנזעצלעכע ריכטונג.

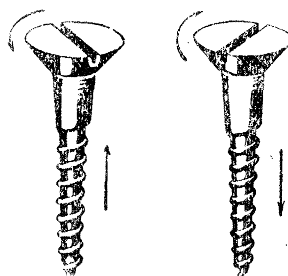
| |
|---|
| די קראפט־ליניעס פונעם מאגנעט־פעלד פון א גראָדעקיקן שטראָם זייַנען קאָנצענטרישע קרייַזן, וואָס ליגן אין דער פלאך, וואָס איז פערפּענדי־קולער צו דער ריכטונג פונעם שטראָם. |

קעדיי צו באשטימען די ריכטונג פון די מאגנעטישע קראפט־ליניעס, באנוצט מען זיך מיטן „קלאָל פון שרויפ".

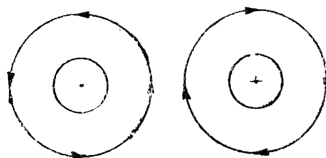
| |
|---|
| די קראפט־ליניעס זייַנען געריכטעט אזוי, ווי עס באוועגט זיך דאָס קעפּל פון א שרויפ, אויב דער שטראָם איז געריכטעט אזוי, ווי עס באוועגט זיך דער שרויפ אליין (פיג. 82). |

דער דאָזיקער קלאָל פארגעדענקט זיך לייַכט. קעדיי אריַינצודרייען א שרויפ אין האָלץ, דארף מען אים דרייען לויטן זייגער־וויַיזער. דער שטראָם, וואָס גייט פון אונדז, גיט א מאגנעט־פעלד, בא וועלכן דער צאָפּנדיקער מאגנעט־פּאָליוס באוועגט זיך לויטן זייגער־וויַיזער.

לאָמיר אָפּריידן צו באַצייכענען דעם קווערשניט פֿון דורכפֿירער מיט א שטראָם אין דער פֿאָרם פֿון א קרײַזל. אויב מיר וועלן אין דאָס דאָזיקע קרײַזל אַרײַנשרײַבן



פּיג. 82. קלאָל פֿון שרויפֿ.



פּיג. 83.

אינעווייניק א פּונקט, וועט דאָס באַטײַטן, אז דער שטראָם גייט צו אונדז (פּונקט ווי מיר וואָלטן געזען דעם שפּיץ פֿון א פֿליִענדיקער פֿײַל). אויב דער שטראָם גייט אינעם דורכפֿירער פֿון אונדז, וועלן מיר אַרײַנשרײַבן אין קרײַזל א קרייצעלע (פּונקט ווי מיר וואָלטן געזען דעם עק פֿון א פֿליִענדיקער פֿײַל). אָנעמענדיק דעם דאָזיקן באַדינג, קאָן מען באַצייכענען די ריכטונג פֿונעם מאגנעט־פֿעלד אזוי ווי אף דער פּיג. 83.

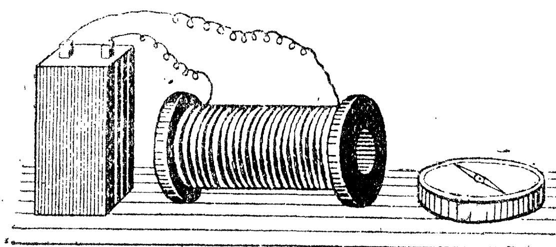
פּ ר א ג ע ס.

219. וואָס שטעלן מיט זיך פֿאָר די מאגנעטישע קראַפֿט־ליניעס פֿון גראָדליניקן שטראָם ?

220. אין וואָס באַשטייט דער קלאָל פֿון שרויפֿ ?

## 69. די עלעקטרישע נאַטור פֿון מאגנעטיזם.

אויב מע זאָל אָנוויקלען אף א בלײַער עטלעכע וויקלונגען גלעקל־דראָט, וועלן מיר באַקומען א ספּיראַל, וואָס באַם דורכלאָזן א שטראָם, ווײַזט זי אַרויס מאגנעטישע אייגנשאַפֿטן. באַזונדערס שטאַרק ווײַזן זיך אַרויס די מאגנעטישע אייגנשאַפֿטן פֿון א שפּול מיט שטראָם, אויב מע שטעלט אַרײַן אינעווייניק אין איר אַן אײַזערן הערצל.



פּיג. 84. דאָס אויספּרווון די מאגנעטישע אייגנשאַפֿטן פֿון א שפּול.

לאָמיר אויספּאָרשן, פֿון וועלכע סיבעס הענגען אָפּ די מאגנעטישע אייגנשאַפֿטן פֿון א שפּול מיט שטראָם. לאָמיר אָפּרוקן די שפּול מיטן שטראָם פֿונעם מאגנעט־ווײַזער אף אזא אָפּשטאַנד, אף וועלכן מע באַמערקט שוין ניט איר ווירקונג אפֿן ווײַזער, און פֿאַרגרעסערן דעם שטראָם: מיר באַמערקן, אז די שפּול ווירקט אפֿן ווײַזער (פּיג. 84).

הייסט עס, אז די מאגנעטישע ווירקונג פֿון א שפּול מיט שטראָם הענגט אָפּ פֿון דער גרייס פֿונעם שטראָם, וואָס גייט דורך דער שפּול.



6—530

ניט ענדערנדיק דעם אָפּשטאַנד צווישן דער שפּול און דעם מאַגנעט־ווײַזער, וועלן מיר פֿאַרבײַטן די געגעבענע שפּול אויף אַן אַנדער שפּול מיט אַ גרעסערער צאָל וויקלונגען.

פֿאַרגרעסערנדיק ביסלעכווײַז די גרייס פֿונעם שטראָם, לאָמיר באַמערקן, בײַ וועלכן שטראָם וועט זיך אַרויסווײַזן אַ באַמערקבאַרע ווירקונג פֿונעם מאַגנעט־פֿעלד פֿון דער שפּול.

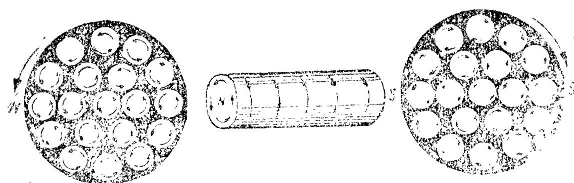
מיר דערוויסן זיך, אַז בײַ אַ שפּול מיט אַ גרעסערער צאָל וויקלונגען פֿאָדערט זיך אַ קלענערער שטראָם.

הייסט עס, אַז די מאַגנעטישע ווירקונג פֿון אַ שפּול הענגט אָפּ סײַ פֿון דער גרייס פֿונעם שטראָם, וואָס גייט דורך דער שפּול, סײַ פֿון דער צאָל וויקלונגען אויף דער שפּול.

> די מאַגנעטישע ווירקונג פֿון אַ שפּול איז פּראָפּאָרציאָנעל דער צאָל אַמפּער־וויקלונגען, ד. ה. דעם פּראָדוקט פֿון דער גרייס פֿונעם שטראָם אין אַמפּערן אויף דער צאָל וויקלונגען.

אַ שטראָם פֿון $5\,A$, וואָס גייט דורך 20 וויקלונגען, גיט פּונקט אַזאַ ווירקונג, ווי אַ שטראָם פֿון $1\,A$, וואָס גייט דורך אַ שפּול פֿון 100 וויקלונגען.

אויב מע זאָל אין דער שפּול אַרײַנשטעלן אַן אײַזערן הערצל, וועט זיך איר מאַגנעטישע ווירקונג באַדײַטנדיק פֿאַרשטאַרקן. דאָס אַרײַנפֿירן אַן אײַזערן הערצל ווירקט, אַזוי ווי דאָס פֿאַרגרעסערן די צאָל וויקלונגען.



פֿיג. 85. מאָלעקולאַרע קרײַזאַרטיקע שטראָמען אינעם מאַגנעט.

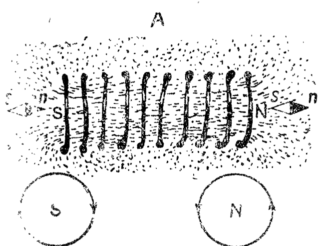
די דאָזיקע באַאָבאַכטונג דערלויבט אונדז דערלאָזן, אַז אינעווייניק אינעם אײַזערנעם הערצל, וואָס איז אַרײַנגעשטעלט אין אַ שפּול מיט שטראָם, צירקולירן קרײַזאַרטיקע שטראָמען פֿון דער זעלביקער ריכטונג, ווי אין דער שפּול. די דאָזיקע קרײַזאַרטיקע שטראָמען פֿאַרגרעסערן דאָס די צאָל אַמפּער־וויקלונגען פֿון דער שפּול מיטן אײַזערנעם הערצל.

דער פֿראַנצויזישער פֿיזיקער אַ מ פּ ע ר האָט אין 1820 יאָר אַרויסגעזאָגט אַ היפּאָטעזע, אַז די מאַגנעטישע אייגנשאַפֿטן פֿון אַ קערפּער ווערן אַרויסגערופֿן דורך קרײַזאַרטיקע עלעקטרישע שטראָמען, וואָס רינגלען אַרום די מאָלעקולעס פֿונעם קערפּער. ביז דאָס אײַזן איז נאָך ניט אַרײַנגעטראָגן אין אַ מאַגנעט־פֿעלד, האָבן די דאָזיקע אַלע מאָלעקולאַרע קרײַזאַרטיקע שטראָמען פֿאַרשיידנאַרטיקע ריכטונגען. ווי נאָר מע טראָגט אַרײַן דאָס אײַזן אין אַ מאַגנעט־פֿעלד, שטעלן זיך אײַן די מאָלעקולאַרע שטראָמען אין אַ באַשטימטער ריכטונג, און דערבײַ ווערט דאָס אײַזן אַ מאַגנעט און זײַן פֿעלד ווערט צוגעלייגט צום מאַגנעט־פֿעלד פֿונעם שטראָם (פֿיג. 85).

א שטיקל אײַזן, וואָס איז אַרײַנגעטראָגן אין אַ מאַגנעט־פעלד, ווערט אַ מאַגנעט, אָבער נאָר אויף דער צײַט, וואָס עס געפינט זיך אינעם מאַגנעט־פעלד. אויב דאָס אײַזן ווערט אַרויסגעפירט פונעם מאַגנעט־פעלד, ווערן די ריכטונגען פון זײַנע מאָלעקולאַרע שטראָמען ווידער פאַרשיידנאַרטיק, כאַאָטיש, און בלויז אַן אומבאַדײַטנדיקער טייל פון די מאָלעקולאַרע שטראָמען היט אײַן די ריכטונג, וואָס ער האָט באַקומען אינעם מאַגנעט־פעלד. דאָס הייסט אינעם אײַזן פאַרבלײַבט **רעשט־מאַגנעטיזם.**

די זעלביקע דערשײַנונגען קאָן מען באַאָבאַכטן אויך בײַם אָנמאַגנעטיזירן שטאָל, בלויז מיט דעם אונטערשייד, וואָס **דער רעשט־מאַגנעטיזם פון שטאָל איז באַדײַטנדיק גרעסער, איידער פון אײַזן.**

אָפּהענגיק פון דער ריכטונג פון די מאָלעקולאַרע שטראָמען, באַקומען מיר דעם אָדער יענעם פּאָליוס אויף עק פונעם מאַגנעט. **דאָס אָרט בײַם מאַגנעט,** וווּ די **קראַפט־ליניעס גייען אַרויס פונעם מאַגנעט, איז דער צאָפנדיקער פּאָליוס. דאָס אָרט, וווּהין עס גייען אַרײַן די קראַפט־ליניעס, איז דער דאָרעמדיקער פּאָליוס.**



פיג. 86.

דער מאַגנעט־ספּעקטער פון אַ שפּול מיט שטראָם איז געוויזן אויף דער פיג. 86. אויף דעם דאָזיקן ספּעקטער איז צו זען, אַז די קראַפט־ליניעס ציִען זיך אויף ווײַטער אויך אינעווייניק אין דער שפּול. דער דאָזיקער עקספּערימענט דערקלערט אויך דעם אומשטאַנד, וואָס, צעברעכנדיק אַ מאַגנעט, באַקומען מיר שטענדיק אינעם אָרט פון ברעך בײדע פּאָליוסן.

די קרײַזאַרטיקע שטראָמען, וואָס גייען אין איין ריכטונג איבערן גאַנצן מאַגנעט, האָבן אין בײדע טיילן פונעם ברעך פאַרשיידענע ריכטונגען (פיג. 87). די קראַפט־ליניעס אינעם אָרט פונעם ברעך גייען אַרויס פון איין שטיקל מאַגנעט און גייען אַרײַן אין צווייטן שטיקל.

בײַ הײַנטיקן טאָג איז באַוווּסט, אַז די קרײַזאַרטיקע מאָלעקולאַרע שטראָמען שטעלן מיט זיך פאָר ניט קיין אַנדער זאַך, ווי אַ באַוועגונג פון עלעקטראָנען אינעווייניק אין די מאָלעקולעס.

**פראַגעס.**

221. אין וואָס באַשטייט מאַגנעטיזם?

222. וואָס פאַר אַן אונטערשייד איז פאַראַן אינעם אָנמאַגנעטיזירן מיט אַ שטראָם אײַזן און שטאָל?

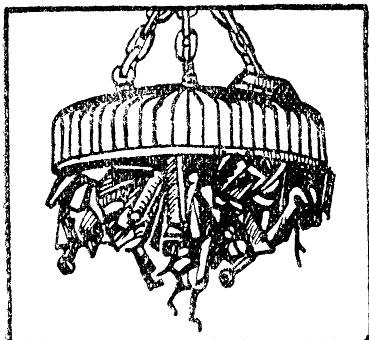
## 70. עלעקטראָמאַגנעט.

אָפּהענגיק פון דער גרייס פונעם שטראָם, פון דער צאָל ווילקלונגען און פון דער פאָרם פונעם מאַגנעט, קאָן מען מאַכן זייער שטאַרקע עלעקטראָמאַגנעטן, וואָס זײַנען פעיִק אײַנצוהאַלטן אַ לאַסט, וואָס שטײַגט באַדײַטנדיק איבער זייער אייגענע וואָג (פיג. 88).

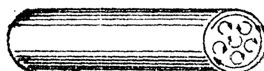
די אײנפאַכסטע פאָרם פון אַן עלעקטראָמאַגנעט איז אַן אײַזערן הערצל, וואָס איז אַרײַנגעשטעלט אינעווייניק אין אַ שפּול פון איזאָלירטן דראָט (פיג. 89). ווען

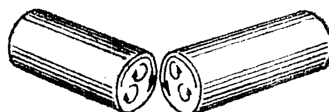
דורכ דער שפול גייט א שטראָם, ווײַזט ארויס דאָס הערצל מאגנעט־אײגנשאפטנ. ווי נאָר דער שטראָם שטעלט זיכ אָפּ, מאגנעטיזירט זיכ אויס דאָס הערצל קימאט אינ־גאנצנ.

אפ דער פיג. 88 איז געוויזנ אנ עלעקטרעמאגנעט פונ א הייב־קראנ. צופירנדיק אזא קראנ צו אײַזערנע געגנשטאנדנ, שליסט מענ איינ דעם שטראָם; דאָס הערצל פונעם עלעקטרעמאגנעט מאגנעטיזירט זיכ אָנ דערבײַ אונ ציט צו זיכ צו די אײַזערנע געגנשטאנדנ. די אופגעהויבענע קופע אײַזנווארג טראָגט מענ אריבער אפ אנ אנדער אָרט אונ מע שליסט אויס דעם שטראָם. דער עלעקטרעמאגנעט ווערט אויסגעמאגנעטיזירט, דאָס אײַזנ בלײַבט אפנ אָרט, אונ דעם קראנ לאָזט מענ נאָכ א ווײַטערדיקער פּאָרציע אײַזנ.



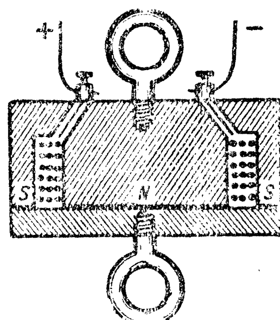
פיג. 88. אנ עלעקטרעמאגנעט אפ א הייב־קראנ.





פיג. 87. די ריכטונג פונ די מאָלעקוליארע שטראָמענ אינעם אָרט פונעם בראָכ.

די סאמע שטארקע ווירקונג ווײַזנ ארויס פּאָד־קאָוועארטיקע מאגנעטנ, אונ דעריבער נוצט מענ זיי אָפּט אפ מאכנ פארשיידענע אפּאראטנ. דער עלעקטרעמאגנעט פונ א הייב־קראנ שטעלט מיט זיכ פאָר א וואריאנט פונ א פּאָדקאָוועארטיקנ מאגנעט (פיג. 89).




פיג. 89. געבוי פונ עלעקטרע־מאגנעט (סכעמע).

פ ר א ג ע ס.

223. מיט וואָס אונטערשיידט זיכ א שטאָלענער מאגנעט פונ אנ עלעקטרעמאגנעט?

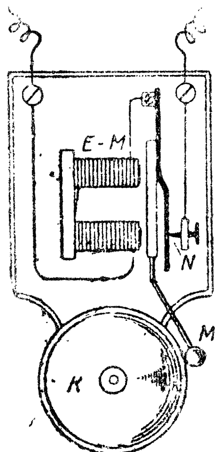
224. פונ וואָס הענגט אָפּ די הייב־קראפט פונ אנ עלעקטרע־מאגנעט?

## 71. עלעקטריש גלעקל.

אנ עלעקטריש גלעקל איז סכעמאטיש אָנגעצייכנט אפ דער פיג. 90. אז מיר נעמענ אראָפּ דאָס דעקל פונעם גלעקל, זעענ מיר א פּאָד־קאָוועארטיקנ מאגנעט $E—M$, וואָס איינ עק פונ זײַנ דורכפירער איז פארייניקט מיט אנ ארײַנפירנדיקנ קלעם פונעם גלעקל.

דער שטראָם, ארײַנגייענדיק אינ קלעם, גייט אפריער דורכ איינ שפול פונעם עלעקטרעמאגנעט, גייט אריבער אינ דער צווייטער שפול, פונ דאָרטנ טרעפט ער אינ דער פרושינע $N$, וואָס ציט אָפּ דעם אײַזערנעם „אנקער”, אונ דורכנ קאָנטאקט־

שרײַפל, וואָס איז פארײניקט מיט א מעטאלענער פלאסטינקע מיטן צווייטן קלעמ גייט ער ארויס אינ דער קייט. אז דער שטראָמ גייט, ציט זיכ צו דער אנקער צומ עלעקטרעמאגנעט, אונ דאָס קײַלעכל $M$, וואָס איז פארײניקט מיטן אנקער, גיט א קלאפ איבערנ גלעקל־שאָל $K$. דער אנקער, ווענ דער עלעקטרעמאגנעט האָט אימ צוגעצויגנ, גייט אָפ פונ דעמ קאָנטאקט־שרויפ, אונ דעריבער הערט אופ גייענ דער שטראָמ, אונ דער עלעקטרעמאגנעט הערט אופ צוציִענ דעמ אנקער. ווי נאָר עס האָט אופגעהערט דער שטראָמ, ציט אָפ די פרוזשינע דעמ אנקער צו דעמ קאָנטאקט־שרויפ, די קייט שליסט זיכ אווטאָמאטיש, אונ דער עלעקטרעמאגנעט ציט ווידער צו זיכ צו דעמ אנקער, די קייט ווערט ווידער איבערגעריסנ, אונ אלצ כאזערט זיכ איבער, אזוי לאנג, ווי עס איז אָנגעדריקט די קנאָפקע פונ דער גלעקל־לייטונג. יעדער מאָל, ווענ דער אנקער גייט צו צומ עלעקטרעמאגנעט, גיט דאָס קײַקעלע א קלאפ אינ גלעקל, אונ אזויווי די שליסונג אונ צעשליסונג פונעמ שטראָמ כאזערט זיכ איבער, קלינגט דאָס גלעקל די גאנצע צײַט, בּיז־וואנענ עס איז אָנגעדריקט די קנאָפקע.

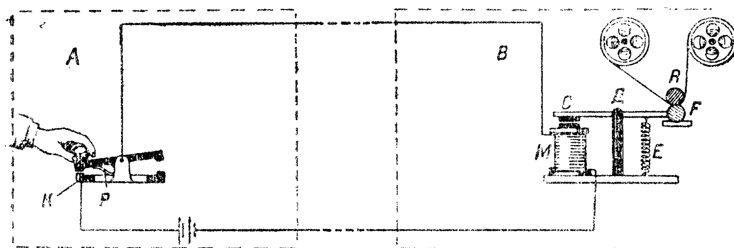


פיג. 90. אנ עלעקטריש גלעקל.

מיט דער הילפ פונ עלעקטרישע גלעקלעכ ארבּעט די סרייפע־סיגנאליזאציע, סיגנאליזאציע בּאמ שטײנ אפ דער וואכ, וואָס מיט איר הילפ קאָנ מענ געבּנ א סיגנאל ווענג ארויסרופנ הילפ אינ פאל פונ אנ אָנפאל. מע קאָנ אײַנשטעלנ אווטאָמאטיש ווירקנדיקע סיגנאלנ, וואָס גיבּנ גלײַכ צו ווּיסנ ווענג אוואָסער עס איז דערשײַנונג. אווטאָמאטישע עלעקטרעמאגנעטישע סיגנאלנ ווערנ בּאזונדערס אָפט אָנגעווענדעט אפ דער אײַזנבּאנ.

## 72. מאָרזעס טעלעגראפ.

**72. מאָרזעס טעלעגראפ.** דער טעלעגראפ איז אזא אפאראט, וואָס מיט זײַנ הילפ קאָנ מענ ניט בּלויז איבּערגעבּנ סיגנאלנ אפ א ווײַטער שטרעקע, נאָר אויכ פארשרײַבּנ די דאָזיקע סיגנאלנ. דאָס וואָרט גופע „טעלעגראפ” בּאשטייט פונ צוויי



פיג. 91. מאָרזעס טעלעגראפ.

ווערטער: „טעלע”—ווײַט אונ „גראפעאָ”—איכ שרײַבּ. הייסט עס דער טעלעגראפישער אפאראט איז בּאשטימט, קעדיי איבּערצוגעבּנ אפ א ווײַטער שטרעקע סיגנאלנ אונ פארשרײַבּנ זיי.

# מאָרזעס אלפאבעט.

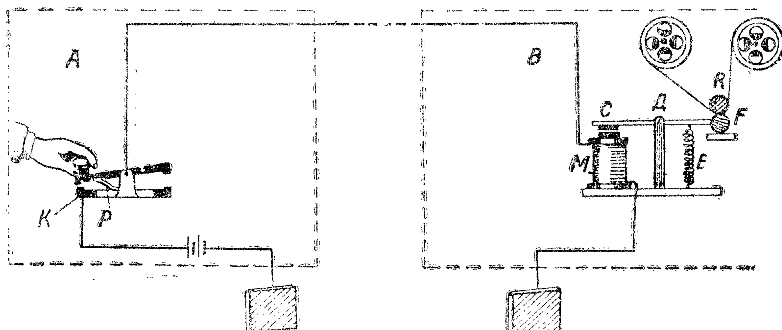
| ייִדישער אלפאבעט | טעלעגראפ־צייכנס | אינטערנאציאָנאַלער אלפאבעט | ייִדישער אלפאבעט | טעלעגראפ־צייכנס | אינטערנאציאָנאַלער אלפאבעט |
|---|---|---|---|---|---|
| א | .— | A | ר | .—. | R |
| ב | —... | B | ס | ... | S |
| וו | .—— | W | ט | — | T |
| ג | ——. | G | ו | ..— | U |
| ד | —.. | D | פ | ..—. | F |
| ע, יע | . | E | ה | .... | H |
| זש | ...— | V | צ | —.—. | C |
| ז | ——.. | Z | טש | ———. | Öe. ö |
| י | .. | I | ש | ———— | Ch |
| — | .——— | J | שטש | ——.— | Q |
| ק | —.— | K | — | —..— | X |
| ל | .—.. | L | — | —.—— | Y |
| מ | —— | M | יו | ..—— | Ue. ü |
| נ | —. | N | יא | .—.— | Ae ä |
| אָ | ——— | O | . | .. .. .. | . |
| פּ | .——. | P | , | .—.—.—. | , |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | .———— | 6 | —.... |
| 2 | ..——— | 7 | ——... |
| 3 | ...—— | 8 | ———.. |
| 4 | ....— | 9 | ————. |
| 5 | ..... | 0 | ————— |

דער געבוי פונ טעלעגראפ איז אזא: אפ דער איבערגעבנדיקער סטאנציע $A$ געפינט זיכ א באטארייע פונ עלעמענטנ אונ א ספעציעלער שטראָמ־איינשליסער $P$, וועלכער ווערט אָנגערופנ טעלעגראפ־שליסל (פיג. 91).

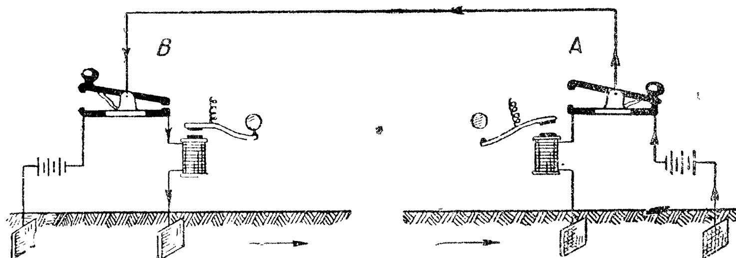
אפ דער אופנעמענדיקער סטאנציע $B$ איז פאראנ אנ עלעקטרעמאגנעט $M$, וואָס איבער זיינע פאָליוסנ איז אפ אנ אקסל פונ א באוועגלעכנ הייבער $D$ צוגעפעסטיקט אנ אייזערנע פלאסטינקע $C$. אפנ צווייטנ אקסל פונעמ הייבער, וואָס ווערט אָפגע־

צויגן דורך א פרוזשינע $E$, געפינט זיך א רעדעלע $F$, וואָס איז באשמירט מיט פארב. די איבערגעבנדיקע און אופנעמענדיקע סטאנציעס זײַנען פארייניקט דורך א דראָט. דער טעלעגראף־שליסל האָט א פרוזשינע, וועלכע דערווײַטערט דעם מעטאלענעם הייבער פונעם קאָנטאקט $K$ און רײַסט איבער די קייט. קעדיי צו שליסן די קייט,




פיג. 92. סכעמע פון פארייניקונג פון צוויי טעלעגראף־סטאנציעס.

דארף מען אָנדריקן דעם הייבער און פארייניקן אים מיטן קאנטאקט. באם שליסן דעם שטראָם אפ דער סטאנציע $A$ ציט צו זיך צו דער עלעקטרעמאגנעט אפ דער סטאנציע $B$ דעם אײַזערנעם אנקער; דאָס צווינגט דאָס רעדעלע $F$ אָנצורירן דאָס וואלעכל $R$, איבער וועלכן עס באוועגט זיך פון א ספעציעלן מעכאניזם א פאפיר־סטענגע.




פיג. 93. די סטאנציע $B$ נעמט אופ א טעלעגראם, וואָס עס גיט איבער די סטאנציע $A$.

בארירנדיק דאָס פאפיר, לאָזט דאָס רעדל אפן פאפיר א שפור—א שטריכעלע; די לענג פון דעם דאָזיקן שטריכעלע הענגט אָפ פון דעם, וויפל צײַט עס איז געווען אָנגעדריקט דער שליסל אפ דער סטאנציע $A$. א קורצער אָנדרוק פונעם שליסל גיט א פונקט, א דויערנדיקער אָנדרוק — א טירע. קאָמבינירנדיק טירעען און פונקטן, קאָן מען מיט זייער הילף צונויפשטעלן א טאבעלע פון באדינגלעכע צייכנס, וואָס אנט־שפרעכן בוכשטאבן, ציפערן און אָפשטעל־צייכנס.

אפ דער פיג. 92 איז באוויזן די זעלביקע סכעמע, ווי אפ דער פיג. 91 בלויז מיט דעם אונטערשייד, וואָס אין דער ליניע איז געבליבן איין דורכפירער. דער דורכ־פירער פון דער באטארייע און דער דורכפירער פונעם עלעקטרעמאגנעט זײַנען ביט פארייניקט איינער מיט דעם אנדערן דורך מעטאל, נאָר זײַנען אָפגעפירט צו דער ערד.

עס ווײַזט זיך אַרויס, אַז בײַ אַזאַ אײַנשליסונג פֿאַלט אָפּ די נייטיקייט אין אַ צווייטן דראָט.

אויף די פֿיגורן 91 און 92 איז געוויזן די איינפֿאַכסטע סכעמע פֿון אַ טעלעגראַף־אײַנריכטונג, בײַ וועלכער עס איז מעגלעך איבערצוגעבן טעלעגראַמעס בלויז פֿון דער סטאַנציע $A$ צו דער סטאַנציע $B$, אָבער ס'איז אוממעגלעך איבערצוגעבן אָפּ־צוריק. קעדיי עס זאָל זײַן מעגלעך אַן אויסטויש מיט טעלעגראַמעס צווישן סטאַנ־ציעס, איז נייטיק, אַז אויף יעדערער פֿון זיי זאָלן זײַן סײַ אַ טעלעגראַף־אַפּאַראַט, סײַ אַ שליסל. די סכעמע פֿון פֿאַרייניקן צוויי סטאַנציעס, וואָס גיט אַ מעגלעכקייט אי־בערצוגעבן טעלעגראַמעס אין ביידע זײַטן, איז געוויזן אויף דער פֿיג. 93. דאָ זעט איר, אַז אויף ביידע סטאַנציעס געפֿינען זיך סײַ טעלעגראַף־אַפּאַראַטן, סײַ שליסלען. אויף דער פֿיג. 93 איז אָנגעצייכנט די לאַגע פֿון די הייבערס פֿאַר דעם פֿאַל, ווען די סטאַנ־ציע $A$ גיט איבער און די סטאַנציע $B$ נעמט אויף. דער שטראָם פֿון אַ באַטאַרייע, וואָס איינער פֿון אירע פּאָליוס איז פֿאַרייניקט מיט דער ערד, גייט אין דעם צוגעדריקטן שליסל, וואָס אויף דער סטאַנציע $A$, פֿונעם שליסל גייט ער איבער אינעם דורכפֿי־רער, וואָס פֿאַרייניקט די ליניע; פֿון דאָרטן קומט ער אַרײַן אין דעם שליסל פֿון דער סטאַנציע $B$. דורך אים גייט ער דורך אין עלעקטראָמאַגנעט און ווערט פֿאַ־רייניקט מיט דער ערד.

ס'איז נייטיק אָפּצומערקן, אַז די געבראַכטע סכעמעס זײַנען בלויז די איינפֿאַכ־סטע סכעמעס, וואָס גיבן אַ באַגריף וועגן דעם פּרינציפּ פֿון טעלעגראַפֿירן. דער געבוי און די אַרבעט פֿון אַ הײַנטצײַטיקן טעלעגראַף־אַפּאַראַט איז אַסאַך קאָמפּלי־צירטער.

**פֿראַגעס.**

225. ווי איז געבויט מאָרזעס טעלעגראַף?

226. וואָס דינט אָנשטאָט אַ צווייטן דורכפֿירער בײַם איבערגעבן סיגנאַלן דורכן טעלעגראַף?

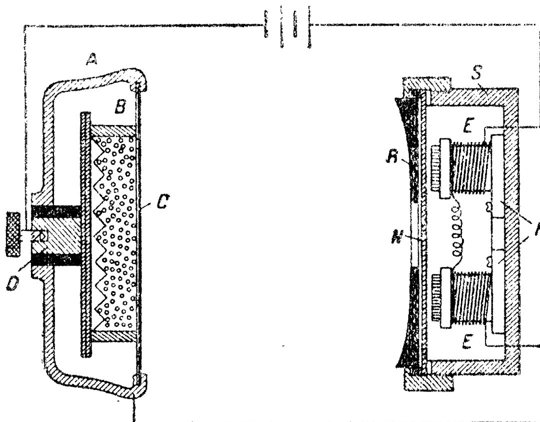
**73. מיקראָפֿאָן און טעלעפֿאָן.** אַן איינפֿאַכסטע טעלעפֿאָן־אײַנריכטונג באַ־שטייט פֿון אַ מיקראָפֿאָן [1], פֿון אַ באַטאַרייע אויף דער איבערגעבנדיקער סטאַנציע און אַ טעלעפֿאָן [2] אויף דער אויפֿנעמענדיקער סטאַנציע. אַז מע שטעלט צונויף אַ קייט פֿון מיקראָפֿאָן, טעלעפֿאָן און אַ באַטאַרייע, וואָס זײַנען נאָכאַנאַנד אײַנגעשלאָסן, וועט דורך דער קייט גיין אַ שטראָם, וואָס זײַן גרייס הענגט אָפּ פֿון דער שפּאַנונג פֿון דער באַטאַרייע און פֿונעם ווידערשטאַנד פֿון דער קייט.

אַ הײַנטצײַטיקער מיקראָפֿאָן (פֿיג. 94) שטעלט מיט זיך פֿאָר אַ קײַלעכדיק מעטאַלן שאַכטל $A$ מיט אַ דינן קוילן דעקל — מעמבראַנע $C$. אין אַ שאַכטל $A$ געפֿינט זיך אַ קוילן־פּלאַסטינקע $B$. צווישן דער פּלאַסטינקע $B$ און דער מעמבראַנע $C$ זײַ־נען אָנגעשאָטן קוילן־קערנדלעך. פֿון דער פּלאַסטינקע $B$ גייט אַרויס אַ מעטאַליש שטענגל $D$, וואָס איז איזאָלירט פֿונעם שאַכטל $A$ און פֿון דער מעמבראַנע $C$. דער שטראָם, וואָס גייט דורכן מיקראָפֿאָן, גייט דורך דורך דעם שיכט פֿון קוילן־קערנדלעך, וואָס ווײַזן אַרויס אַ גרויסן ווידערשטאַנד איבער דעם, וואָס זיי זײַנען ניט שטײַף פֿאַרייניקט. ווען מע ברענגט אַרויס פֿאַרן מיקראָפֿאָן וואָסערע עס איז קלאַנגען,

[1]) גריכישע ווערטער: „מיקראָס״ — קליינער, „פֿאָנע״ — קלאַנג.

[2]) גריכישע ווערטער: „טעלע״ — ווײַט, „פֿאָנע״ — קלאַנג.

צווינגען די לופט־וואקלונגען צו וואקלען זיך די מעמבראנע $C$. וואקלענדיק זיך, פרעסט צונויפ די מעמבראנע אָט שטארקער און אָט שוואכער די קוילן־קערנדלעך, און דעריבער ווערט דער ווידערשטאנד פון די קוילן־קערנדלעך און צוזאמען דערמיט אויך די גרייס פונעם שטראָם אין דער גאנצער קייט שארפ געענדערט. איבער דער קייט גייט א שטראָם פון פארענדערלעכער גרייס.

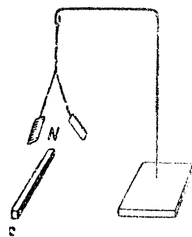


פיג. 94. מיקראָפאָן און טעלעפאָן.

אינעווייניק אין טעלעפאָן־טרייבל איז ארייַנגעשטעלט א שטאָלענער שטענדיקער מאגנעט $M$, וואָס אפ זייַנע פּאָליוסן זייַנען אָנגעטאָן שפּולן $E$ פון דינעם איזאָלירטן דראָט. אנטקעגן די פּאָליוסן פונעם מאגנעט איז איינגעשטעלט א שטאָלענע פּלאסטינקע $N$ — די מעמבראנע פונעם טעלעפאָן.

דער שטראָם, וואָס גייט דורך דער קייט, גייט דורך איבער די שפּולן $E$ פונעם טעלעפאָן.

אז די גרייס פון דעם שטראָם ענדערט זיך אין קייט פון טעלעפאָן, ענדערט זיך די צוציִונג פון דער מעמבראנע צום מאגנעט, דעריבער וואקלט זיך (וויברירט) די מעמבראנע פונעם טעלעפאָן, פונקט אזויווי די מעמבראנע פונעם מיקראָפאָן, און דעריבער הערן מיר די רייד, וואָס ווערט איבערגעגעבן דורכן טעלעפאָן.



פיג. 95.

אין הויכריידערס ברענגען די פארענדערלעכע שטראָמען אין באוועגונג א קליינע אייַזערנע פּלאסטינקע, וואָס איז פארייניקט מיט א גרויסער פּאפּירענער מעמבראנע — א „דיפוזאָר”. די וואקלונג פון דער פּלאסטינקע צווינגט צו וואקלען זיך דעם דיפוזאָר, און דעריבער באקומען זיך הויכע קלאנגען.

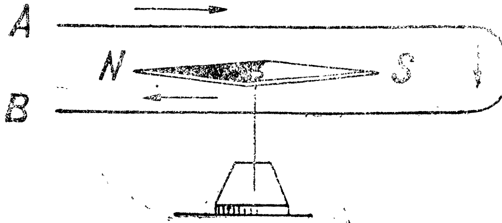
מיקראָפאָנען און טעלעפאָנען נוצט מען ניט בלויז אפ צו פירן שמועסן דורך דראָטן און אָן דראָטן (ר א ד י אָ). א מיקראָפאָן, וואָס איז אראָפּגעלאָזט אין וואסער, גיט די מעגלעכקייַט צו הערן אפ א גרויסער שטרעקע די גערוישן, וואָס עס מאכן די שרויפן פון אונטערוואסער־שיפלעך און פון שיפן. מיקראָפאָנען, וואָס זייַנען אונטערגעוואָרפן אין דעם סוינעס טראנשייעס, גיבן א מעגלעכקייַט צו אָרגאניזירן דאָס אונטערהערן. עס זייַנען פאראן אפּאראטן אפ צו באשטימען די ריכטונג און די ווייַטקייַט פון דעם סוינעס באטארייעס, אפּאראטן אפ אויסצוזוכן אין דער לופט עראָפּלאנען.

## פ ר א ג ע ס און ג ע נ י ט ו נ ג ע ן.

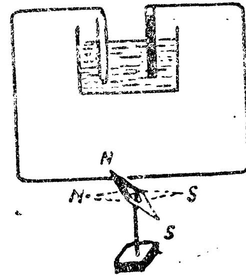
227. ס'זייַנען פאראן 2 שטאָלענע שטעקלעך. לויטן אויסערלעכן אויסזען זייַנען זיי אבסאָליוט אלצייינע. איינס פון די שטעקלעך איז אָנגעמאגנעטיזירט. וויאַזוי קאָן מען זיך דערוויסן, וועלכע פון די שטעקלעך איז אָנגעמאגנעטיזירט, ניט האָבנדיק קיין שום אנדערע זאכן אויסער די דאָזיקע שטעקלעך?

228. צומ צאָפנ-פּאָליוס פונ א מאגנעט-װײַזער האָט מענ צוגעטראָגנ א שטיקל אײַזנ. דער װײַזער האָט זיכ אָפּגענייגט פונעמ שטיקל אײַזנ. װיאַזוי דערקלערט מענ די דאָזיקע דערשײַנונג?

229. װענ אײַזנ-זעגעכצ איז צוגעצויגנ צו א פּאָליוס פונ א מאגנעט, בילדעט עס פּענדזלענ, װעלכע שטויסנ זיכ אָפּ אײנער פונ דעמ אנדערנ. פּארוואָס?



פיג. 97.



פיג. 96.

230. פּארוואָס גײענ זיכ פּאנאנדער אײַזערנע פּלאַסטינקעס, װאָס הענגענ אפּ פּעדעמ אײנס לעבנ אנדערנ, װענ מע טראָגט צו זײ צו א מאגנעט? (פיג. 95)

231. אפּ א מאגנעט זײַנענ ניט אָנגעוויזנ די נעמענ פונ די פּאָליוסנ. װיאַזוי קאָנ מענ באַ-שטימענ, װאָסער פּאָליוס פונעמ מאגנעט איז דער צאָפנדיקער?

232. װענ מע טראָגט צו צו א זײגער א שטארקנ מאגנעט, הײבט אָנ דער זײגער צו גײנ ניט ריכטיק, אונ אָפּטמאָל, ערשט אינ עטלעכע טעג ארומ, שטעלט זיכ באַמ זײגער צוריק אײַנ א ריכטיקער גאנג. װי קאָנ מענ דערקלערנ די דאָזיקע דער-שײַנונג?

233. א דורכפירער מיט שטראָמ געפינט זיכ איבער א מאגנעטישנ װײַזער. אינ װאָסער ריכטונג װעט זיכ אָפּנײגנ דער צאָפנדיקער עק פונעמ װײַזער, אויב דער שטראָמ גײט פונ צאָפנ אפּ דאָרעמ?

פיג. 98.

234. נאָכנ שליסנ דעמ שטראָמ אינ קײט (פיג. 96) האָט זיכ דער מאגנעט-װײַזער אָפּגענײגט פונ דער אָנפאנגלעכער לאגע (װאָס איז אפּ דער פיג. אָנגעצײכנט מיט א פּונקטיר) אינ א נײַער לאגע. באַשטימט די פּאָליוסנ פונעמ שטראָמ-קוואַל.

235. דער דראָט $AB$ (פיג. 97) שטעלט פאָר א שלײף, װאָס אינ אימ איז אײַנגעשטעלט א מאגנע-טישער װײַזער. צי װעט זיכ דער מאגנעטישער װײַזער באַװעגנ, אונ אויב יאָ, איז װוהינ װעט זיכ אָפּנײגנ דער צאָפנדיקער עק פונעמ װײַזער באַמ דורכלאָזנ דעמ שטראָמ איבערנ דראָט פונ $A$ צו $B$?

236. באַשטימט די ריכטונג פונעמ שטראָמ אינ די דורכפירערס, װאָס זײַנענ אָנגעצײכנט אפּ דער פיג. 98, װו די קלײנע קרײַזלעכ שטעלנ פאָר דעמ קווערשניט פונ די דראָטנ, אונ די גרויסע קרײַז מיט די װײַזערס — די ריכטונג פונ די מאגנעטישע קראַפט-ליניעס.

237. אַנ עלעקטראָמאגנעט באַשטײט פונ 100 װיקלונגענ דראָט, דורכ װעלכנ עס גײט א שטראָמ פונ 2 אמפּער. װיפל װיקלונגענ דראָט קאָנ מענ נעמענ צוליב דער זעלביקער װירקונג פונעמ עלעקטראָמאגנעט אויב מע זאָל לאָזנ א שטראָמ פונ 16 אמפּער?

קאפיטל VII.

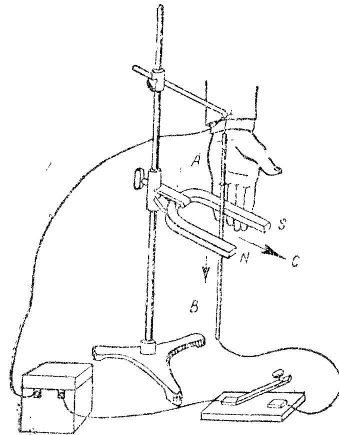
# פארוואנדלונג פון עלעקטרישער ענערגיע אין מעכאנישער.

## 74. באוועגונג פון דורכפירערס מיט שטראָם אין א מאגנעט־פעלד.

מירן לאָזן א שטראָם דורך א דראָט, וואָס געפינט זיך אין מאגנעט־פעלד פון א פאָדקאָוועארטיקן מאגנעט (פיג. 99).

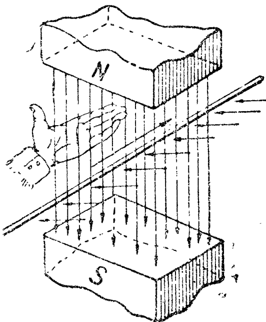
דער דראָט הייבט אָן זיך צו באוועגן אינעם מאגנעט־פעלד, דורכשניידנדיק בא דער דאָזיקער באוועגונג די קראפט־ליניעס פונעם פעלד.

ענדערנדיק די ריכטונג פונעם שטראָם אָדער די ריכטונג פונעם מאגנעט־פעלד,




פיג. 99. באוועגונג פון א דורכפירער מיט שטראָם אין מאגנעט־פעלד.

דער ווייזער $B$ ווייזט די ריכטונג פונעם שטראָם; דער ווייזער $C$—די ריכטונג פון דער באוועגונג פונעם דורכפירער. די ריכטונג פון די קראפט־ליניעס איז פון $N$ צו $S$.

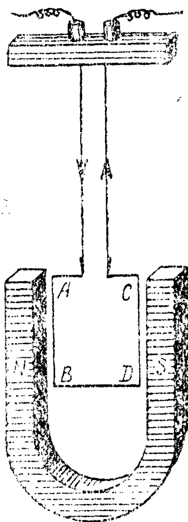



פיג. 100. דער קלאל פון דער לינקער האנט.

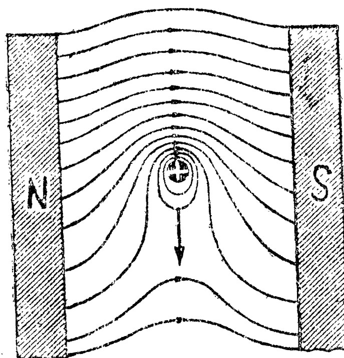
באמערקן מיר, אז עס ענדערט זיך אויך די ריכטונג פון דער באוועגונג פונעם דורכפירער. די ריכטונג פון דער באוועגונג פון א דורכפירער מיט א שטראָם אין א מאגנעט־פעלד קאָן מען באשטימען דורך פאָלגנדיקן קלאל פון דער לינקער האנט (פיג. 100).

> אויב מע זאָל אוועקלייגן די לינקע האנט אזוי, אז די מאגנעטישע קראפט־ליניעס זאָלן זיך איינשפארן אין דער דלאָניע און די ריכטונג פון די אויסגעצויגענע פינגער זאָלן באווייזן די ריכטונג פונעם שטראָם, וועט דער אָפגעבויגענער גרויסער פינגער באווייזן די ריכטונג, לויט וועלכער עס באוועגט זיך דער דורכפירער מיטן שטראָם.

לעבן דעם דורכפירער מיט שטראָם שאַפט זיך א מאגנעט־פעלד, וואָס זייַנע קראַפט־ליניעס זייַנען קאָנצענטרישע קרייַזליניעס. ווען דער דורכפירער מיטן שטראָם געפינט זיך אין א מאגנעט־פעלד, לייגט זיך דעמלט ארופ דאָס מאגנעט־פעלד פונעם שטראָם אפן מאגנעט־פעלד פונעם מאגנעט און גיט א מאגנעט־ספעקטער, וועלכער איז געוויזן אפ דער פיג. 101. דאָרטן, ווו די מאגנעטישע קראַפט־ליניעס גייען ענגער, באקומט זיך, ווי זיי וואָלטן געדריקט אפן דורכפירער, ארויסשטויסנדיק אים אין יענעם טייל פעלד, ווו די ליניעס גייען שיטערער.



פיג. 102. א רעמל מיט א שטראָם אין א מאגנעט־פעלד.



פיג. 101. א מאגנעט־פעלר פון א מאגנעט און פון א שטראָם.

פ ר א ג ע.

238. אין וואָס באשטייט דער קלאַל פון דער לינקער האנט און צוליב וואָס ווערט ער אָנגעווענדעט ?

## 75. א רעמל מיט שטראָם אין א מאגנעט־פעלד.

לאָמיר אריַינשטעלן אינעם מאגנעט־פעלד פון א פּאָדקאָוועארטיקן מאגנעט א גראָדעקיק וויקל־דראָט — א גראָדעקיק רעמל — און לאָמיר לאָזן איבערן רעמל א שטראָם (פיג. 102).

אין די טיילן פון רעמל $AB$ און $CD$ האָט דער שטראָם א פארשיידענע ריכטונג, און דעריבער באוועגן זיך די דאָזיקע טיילן אינעם מאגנעט־פעלד פארשיידן. דאָס רעמל גיט זיך א קער און שטעלט זיך אייַן אזוי, אז זייַן פלאך ווערט דורכגעדרונגען מיט די מאגנעטישע קראַפט־ליניעס.

אין וועלכער ריכטונג עס וועט זיך קערן דאָס רעמל, קאָן מען פעסטשטעלן, באנוצנדיק זיך מיטן קלאַל פון דער לינקער האנט.

וווּהין דאָס רעמל וועט זיך א קערעווע טון, קאָן מען באשטימען אנדערש אויך. ווען אינעם רעמל גייט שטראָם, איז איין זייַט פונעם רעמל א צאָפנדיקער פּאָליוס, און די צווייטע — א דאָרעמדיקער. דאָס רעמל וועט זיך באוועגן אזוי, אז זייַן צאָפנדיקער פּאָליוס וועט זיך באוועגן צום דאָרעמדיקן פּאָליוס פונעם מאגנעט און פארקערט.

**געניטונגען.**

239. באנוצנדיק זיך מיטנ קלאל פונ דער לינקער האנט, באשטימט די ריכטונג פונ דעמ שטראָמ אינעמ דורכפירער, וואָס איז געוויזנ אפ דער פיג. 101.

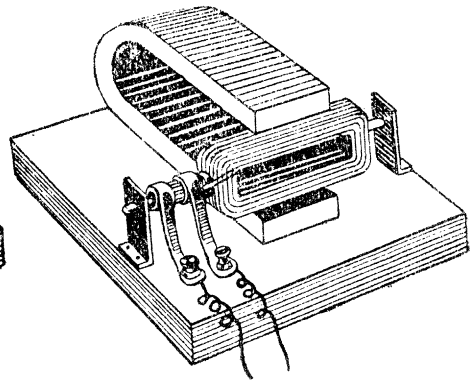
240. אינ וועלכער ריכטונג באוועגט זיך דאָס רעמל (פיג. 102), אויב דער שטראָמ גייט אינעמ רעמל פונ $A$ צו $C$?

## 76. עלעקטרעמאָטאָר.

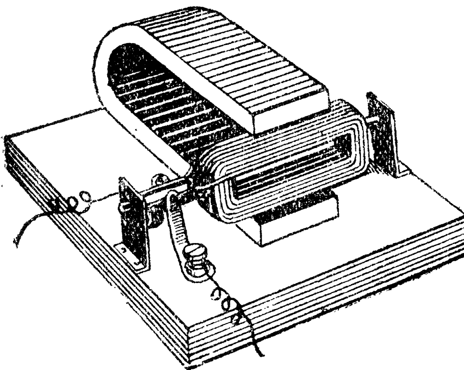
די באוועגונג פונ א דורכפירער מיט שטראָמ אינ א מאגנעט־פעלד ווערט אויסגענוצט אינ די עלעקטרעמאָטאָרנ, קעדיי צו פארוואנדלענ עלעקטרישע ענערגיע אינ מעכאנישער.

לאָמיר איינשטעלנ א שפול אינעמ מאגנעט־פעלד פונ א פאָדקאָוועארטיקנ מאגנעט אזוי, אז די פלאך פונ אירע וויקלונגענ זאָל צונויפאלנ מיט דער ריכטונג פונ די קראפט־ליניעס, אונ לאָמיר שליסנ דעמ שטראָמ[1] (פיג. 103).

די שפול וועט זיך א קער טונ, אונ נאָך עטלעכע וואקלונגענ וועט זי זיך אָפּשטעלנ אזוי, אז די פלאך פונ אירע וויקלונגענ וועט זיך ארויסווייזנ פערפענדיקוליער צו דער ריכטונג פונ די קראפט־ליניעס.



פיג. 103.



פיג. 104. די סכעמע פונ אנ עלעקטרעמאָטאָר.

באמ ענדערנ די ריכטונג פונעמ שטראָמ אינ דער שפול גיט זי זיך א קער אינעמ מאגנעט־פעלד אפ 180° אונ גייט אפילע דורכ אביסל וויטער פונ דער גלייכגעוויכט־לאגע.

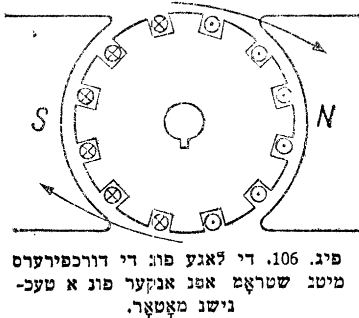
קעדיי א קער צו טונ די שפול נאָכאמאָל אפ 180°, דארפ מענ ענדערנ די ריכטונג פונעמ שטראָמ אינ דער שפול אינ דעמ מאָמענט, ווענ זי איז שוינ דורכגעגאנגענ די גלייכגעוויכט־לאגע. הייסט עס, אז אויב עס וואָלט זיך איינגעגעבנ צוטראכטנ אזא צופאסונג, וואָס מיט איר הילפ זאָל מענ קאָנענ אינ די נייטיקע מאָמענטנ ענדערנ די ריכטונג פונעמ שטראָמ אינ דער שפול, וואָלט זיך די שפול געדרייט אינעמ מאגנעט־פעלד די גאנצע צייט, וואָס מע לאָזט אינ איר שטראָמ.

קעדיי צו ענדערנ אווטאָמאטיש די ריכטונג פונעמ שטראָמ, פירט מענ צו צו דער שפול שטראָמ מיט דער הילפ פונ צוויי האלבע רינגענ, וואָס ווערנ אָנגעטאָנ

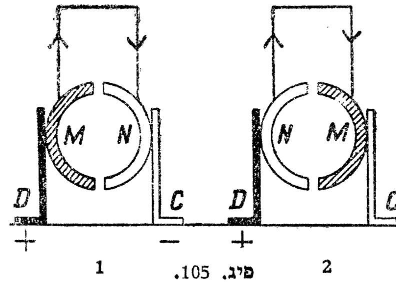
[1] דער שטראָמ ווערט ארייַנגעפירט אינ דער שפול (פיג. 103) מיט דער הילפ פינ צוויי קופערנע רינגענ, וואָס זייַנענ אָנגעטאָנ אפ דער אקס פונ דער שפול, צו וועלכער עס זייַנענ צוגעלייגט די עקנ פונ דער ארומוויקלונג אונ וואָס זייַנענ איזאָלירט איינער פונ דעמ אנדערנ אונ פונ דער אקס.

אפ דער זעלביקער אקס, אפ וועלכער עס געפינט זיכ די שפול. דער שטראָם ווערט צוגעפירט צו די האלבע רינגענ מיט דער הילפ פונ צוויי פלאסטינקעס (בערשטלעכ), וואָס באַרירנ די האלבע רינגענ. אז די שפול דרייט זיכ, דרייענ זיכ צוזאמענ מיט איר די האלבע רינגענ, וואָס זײַנענ פארפעסטיקט אפ דער אקס (פיג. 104).

אויב אינ דער לאגע 1 (פיג. 105) גייט צו צו דעמ בערשטל $D$ דער האלבער רינג $M$, גייט דער שטראָם אינ דער שפול פונ $M$ צו $N$, אונ די שפול גיט זיכ א קער אפ 180°. בא דעמ דאָזיקנ קער (לאגע 2, פיג. 105) גייט צו צומ בערשטל $D$ דער האלבער רינג $N$, דער שטראָם אינ דער שפול גייט פונ $N$ צו $M$, אונ דעריבער מאכט די שפול א נײַעמ קער אפ 180° א. אז. ו. עס באקומט זיכ אנ אומופהערלעכע דריינג.



פיג. 106. די לאגע פונ די דורכפירערס מיטנ שטראָם אפנ אנקער פונ א טעכנישנ מאָטאָר.

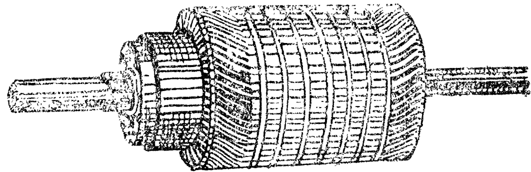


1 פיג. 105. 2

דאָס מאגנעט־פעלד ווירקט אפ דער שפול מיט דער גרעסטער קראפט דעמלט, ווענ די פלאכ פונ די שפול־וויקלונגענ ליגט פאראלעל צו די קראפט־ליניעס פונעמ מאגנעט־פעלד. ווענ די פלאכ פונ דער שפול איז פערפענדיקוליער צו די קראפט־ליניעס פונעמ פעלד, דרייט זיכ די שפול בלויז לויט אינערציע. די דרייונג פונ דער שפול קומט פאָר שטויסנווײַז.

קעדיי צו מאכנ די דרייונג מער גלײַכמעסיק, קאָנ מענ נעמענ ניט איינ שפול, נאָר צוויי אונ צעשטעלנ זיי פערפענדיקוליער איינע צו דער אנדערער אָדער, ווי מע מאכט אינ טעכנישע מאָטאָרנ, אויסלייגנ די וויקלונגענ ניט אינ איינ פלאכ, נאָר לויט דער קרײַזליניע פונ א צילינדער (פיג. 106).

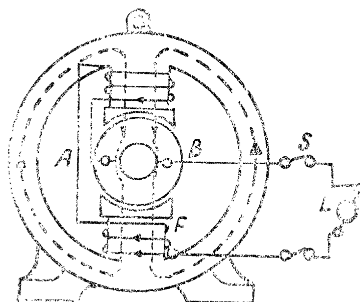
אינ טעכנישע מאָטאָרנ באשטייט דער טייל מאָטאָר (פיג. 107), וואָס דרייט זיכ אינעמ מאגנעט־פעלד—דער אנקער—פונ א צילינדער, וועלכער איז צונויפגעשטעלט פונ באזונדערע דינע אײַזערנע קרײַזלעכ. איבער דער אויסערלעכער אויבערפלאכ פונעמ צילינדער זײַנענ דורכגעשניטנ קאנאַלעכלעכ אפ ארײַנצולייגנ באזונדערע טיילנ פונ דער ארומוויקלונג, אָדער ווי מע רופט זיי אינ דער טעכניק, די סעקציעס.


פיג. 107. דער אנקער פונעמ מאָטאָר.

צוליב גלײַכמעסיקער דרייונג פונעמ אנקער איז נייטיק, אז די ריכטונג פונעמ שטראָמ אינ די וויקלונגענ פונ איינ העלפט אנקער זאָל זײַנ די גאנצע צײַט קעגנזעצלעכ צו דער ריכטונג פונעמ שטראָמ אינ די וויקלונגענ פונ דער צווייטער העלפט,

ווי דאָס איז געוויזן אַף דער פיג. 106. הייסט עס, אַז ווען די דורכפירערס פונעם אַנקער באַוועגן זיך אינעם מאַגנעט־פעלד, דאַרף זיך ענדערן אין זיי די ריכטונג פונעם שטראָם. מע ענדערט די ריכטונג מיט דער הילף פון אַ קאָלעקטער. אַ טעכנישער קאָלעקטער שטעלט מיט זיך פאָר אַ צילינדער, וואָס איז צונויפגעשטעלט פון קופּערנע פּלאַסטינקעס, וואָס זײַנען איזאָלירט איינע פון דער אַנדערער; צו זיי זײַנען צוגעלייט די באַזונדערע טיילן פון דער וויקלונג (פיג. 107).

דאָס מאַגנעט־פעלד, אין וועלכן עס דרייט זיך דער אַנקער, שאַפט אַ מעכטיקער עלעקטרעמאַגנעט, וואָס באַקומט שטראָם פון דעם זעלביקן קוואַל, ווי די וויקלונגען פונעם אַנקער. איינע פון די מעגלעכע סכעמעס פון פאַרייניקן די אַרומוויקלונג פונעם אַנקער און פון עלעקטרעמאַגנעט איז באַוויזן אַף דער פיג. 108.



פיג. 108.

דער שטראָם פונעם גענעראַטער $L$ גייט אַרײַן אין דער אַרומוויקלונג פונעם עלעקטרע־מאַגנעט $F$, נאָכדעם אינעם בערשטל $A$, פונדאַנען קומט ער אַרײַן דורך דער קאָלעקטער־פּלאַסטינקע אין דער אַרומוויקלונג פונעם אַנקער, און דורך דער אַנדערער קאָלעקטער־פּלאַסטינקע גייט ער צום בערשטל $B$. פונעם בערשטל $B$ קערט זיך אום דער שטראָם דורך דער פּלאַסטינקע פונעם שאַל־טער $S$ צום שטראָם־קוואַל.

די גאַנצע צײַט, וואָס עס גייט דער שטראָם, דרייט זיך דער אַנקער. אַז מע זעצט אַרויף אַף דער אַקס פונעם אַנקער אַ שקיוו, אָדער אַז מע פאַרייניקט די אַקס פונעם אַנקער מיט דער אַקס פון וואָסער עס איז מאַשין, קאָן מען די דרייונג פונעם אַנקער איבערגעבן יעטווידער מאַשין און ברענגען זי אין באַוועגונג. די גיכ־קײַט, פונעם אַנקער רעגולירט מען דורך רעגולירן דעם שטראָם, וואָס קומט אַרײַן אין דער אַרומוויקלונג פונעם אַנקער. קעדיי צו ענדערן די ריכטונג פון דער דרייונג, דאַרף מען ענדערן די ריכטונג פונעם שטראָם אָדער אין דער אַרומוויקלונג פונעם אַנקער, אָדער אין דער אַרומוויקלונג פונעם עלעקטרעמאַגנעט.

## פראַגעס.

241. פון וועלכע הויפּט־טיילן באַשטייט אַן עלעקטרעמאָטאָר און אַף וואָס איז באַשטימט יעדערער פון די דאָזיקע טיילן?

242. צוליב וואָס דינט אַ קאָלעקטער?

243. וויאַזוי לאָזט מען אַרײַן שטראָם אין דער אַרומוויקלונג פון מאָטאָר־אַנקער?

## 77. לאַבאָראַטאָרישע אַרבעט 5. ציל פון דער אַרבעט: צונויפשטעלן פון פּאַרטיקע טיילן אַ מאָדעל פון אַן עלעקטרעמאָטאָר און אויספירן זײַן אַרבעט.

מאַכשירים: אַ פּאָדקאָוועאַרטיקער מאַגנעט: אַ דראָט־שפּול, פאַרפעסטיקט אַף אַן אַקס צוזאַמען מיט אַ קאָלעקטער; אַ הילצערנער געשטעל מיט צוגעפעסטיקטע צו אים לאַגערס (подшипники) פאַר דער אַקס פונעם אַנקער און מיט בערשטלעך; אַן עלעמענטן־באַטאַרייע; דראָטן אַף פאַרייניקן.

1. צונויפשטעלן אַ מאַכשיר לויט דער פיג. 104.

2. אײַנשליסנדיק דעם שטראָם ברענגען דעם מאַכשיר אין באַוועגונג.

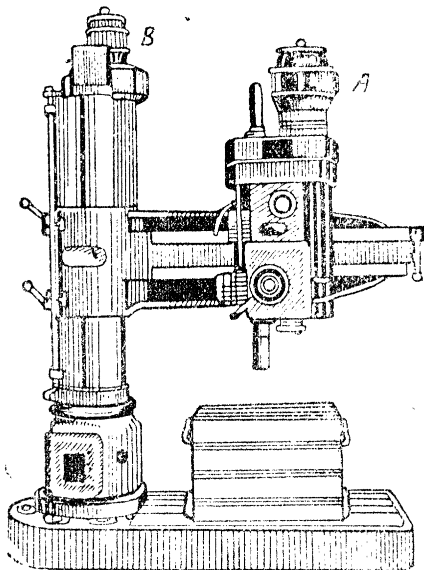
אויב די שפול האָט זיך ניט אָנגעהויבן באַוועגן, איז נייטיק צו געפינען די סיבע פון דעם און באַזייַטיקן זי. דער קאָלעקטער קאָן זיך דרייען אַף דער אַקס. ס'איז נייטיק, דרייענדיק דעם קאָלעקטער, צו געפינען די נייטיקע לאַגע פונעם קאָלעקטער, בענעגייע צו דער לאַגע פון דער שפול אינעם מאַגנעט־פעלד, קעדיי דער מאָטאָר זאָל קאָנען אַרבעטן.

## 78. די אָנווענדונג פון עלעקטרישע מאָטאָרן.

עלעקטרישע באַוועגערס האָבן אַ פאַרגלייַך מיט ווארעמקייַט־באַוועגערס אַ ריי פאָרצוגן.

אַן עלעקטרישן באַוועגער קאָן מען מאַכן פון אַ באַליביקער מעכטיקייַט אָפּהענגיק פון די צילן, פאַר וועלכע ער איז באַשטימט, אָנהייבנדיק פון קליינע באַוועגערס אַף דרייען די אינסטרומענטן פון אַ באָר־מאַשין, וועלכע עס נוצן ציינדאָקטוירים, ביז מעכטיקע בויער־אינסטרומענטן, וואָס אַרבעטן אין שטיינקוילן־שאַכטעס.

אַן עלעקטרישער באַוועגער פאָדערט ניט קיין ספּעציעלע באַדינונג; ער איז שטענדיק גרייט צו דער אַרבעט. דאָס לאָזן דעם באַוועגער אין גאַנג און דאָס אָפּשטעלן אים ווערט געמאַכט דורך אַן איינפאַכן אייַנשליסן אָדער אויסשליסן אַ שאַלטער אָדער אַ ספּעציעלן לאָז־אַפּאַראַט.




פיג. 109. אַ מאָטאָר אַף אַ באָר־מאַשין.

*A* — מאָטאָר, וואָס ברענגט אין באַוועגונג דעם בויער; *B* — מאָטאָר אַף אויפהייבן דעם אייבערשטן טייל פון דער מאַשין.

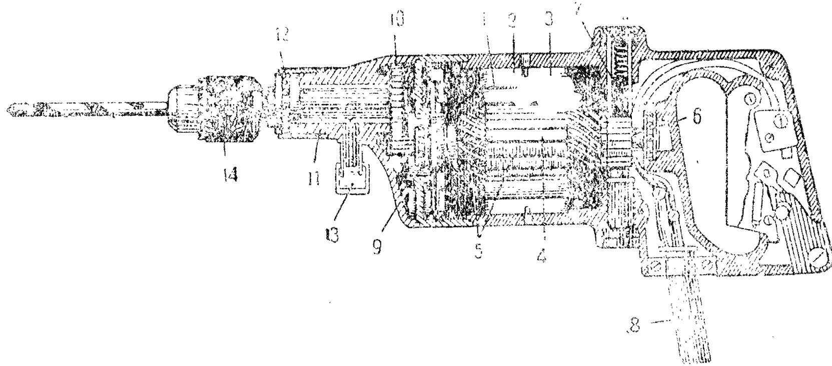
לאָזן אין גאַנג און אָפּשטעלן אַ מאָטאָר קאָן מען פון יעדער אָרט און אַפילע אַף אַ גרויסער שטרעקע פונעם מאָטאָר. דעם שאַלטער, וואָס שליסט אייַן דעם שטראָם אין מאָטאָר, קאָן מען אייַנשטעלן אין יעדער אָרט. מיטן מאָטאָר פון אַ ליפט, וואָס געפינט זיך אויסער דער קאַבינע פונעם ליפט, פירט מען אָן פון דער קאַבינע.

יעדער עלעקטרישער באַוועגער פאַרנעמט זייער ווייניק אָרט, טיילט ניט אויס באַ דער אַרבעט קיין שום גאַזן, רויך און דאַמף. מע קאָן אים אוועקשטעלן אין יעטווידער געבייַדע, אַף יעטווידער מאַשין, פאַרייניקנדיק אים אָפט מיט דער מאַשין אַזוי, אַז עס פאָדערט זיך ניט קיינשום רימענע אָדער געציינדלטע טראַנסמיסיעס פונעם באַוועגער צו דער מאַשין (פיג. 109).

דער נעבוי פון די עלעקטרישע באַוועגערס איז זייער אַן איינפאַכער, דעריבער זייַנען זיי זיכערע אין דער אַרבעט און ביליקע באַם מאַכן זיי.

דער קאָעפיציענט פון נוצלעכער אַרבעט פון עלעקטרעמאָטאָרן דערגרייכט ביז 98% אין מעכטיקע באַוועגערס, וואָס קיין שום אַנדער באַוועגער גיט עס ניט. מאָטאָרן קאָן מען אויסרעכענען און אייַנשטעלן פאַר יעדער מאַשין באַזונדער. דאָס איז אַסאַך בעסער און לויִנבאַרער, איידער אַלגעמיינע גרויסע באַוועגערס פאַר אַסאַך מאַשינעס מיטאַמאָל. דעריבער ווערן אַף פאַבריקן און זאַוואָדן די גרויסע אַלגעמיינע באַוועגערס אַרויסגעשטויסן דורך עלעקטרעמאָטאָרן.

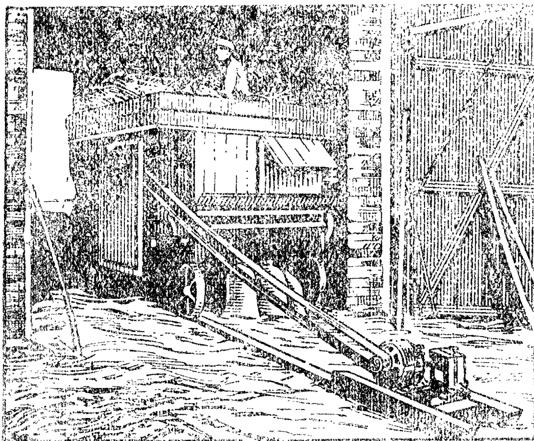
עלעקטרעמאָטאָרנ, וואָס זײַנענ אײַנגעשטעלט אפ יעדער ווערקשטעל באַזונדער, באַפרײַענ די פאַבריק פונ דער געדיכטער נעצ באַוועגלעכע רימענס, גיבנ א מעג־לעכקײַט ראַציאָנעל אויסצונוצנ די ענערגיע אונ פאַרקלענערנ די פאַרלוסטנ.




פיג. 110. דער געבוי פונ אנ עלעקטרישנ דרעל.
1 — דער מאָטאָר פונעמ דרעל; 2 — דאָס הערצל פונעמ עלעקטרעמאַגנעט; 3 — די „שיכ" פונעמ עלעקטרעמאַגנעט; 4 — דער אנקער; 5 — די ארומוויקלונג פונעמ אנקער; 6 — דער קאָלעקטער; 7 — די בערשטלעכ; 8 — אַרײַנפיר פונעמ שטראָמ; 9 — דער וואַל פונעמ אנקער; 10 — צײַנ־איבערגעבונג; 11 — דאָס שפינדל פונעמ דרעל; 12 — א לאַגער; 13 — אנ אייל־קענדל; 14 — דער פאַטראָנ פונעמ דרעל.

דער עלעקטרעמאָטאָר פאַרברויכט ענערגיע בלויז דעמלט, ווענ ער ברענגט אינ באַוועגונג דעמ ווערקשטעל.

דאָס דורכפירנ ענערגיע מיט דער הילפ פונ א שנור גיט די מעגלעכקײַט צו מעכאַניזירנ א גאַנצע ריי אַר־בעטנ, וועלכע ווערנ אפ א פאַבריק מיט א דאַמפ־באַוועגער דורכגעמאַכט מיט די הענט. א דרעל, וואָס זײַנ בויער ווערט געבראַכט אינ באַוועגונג פונ א קליינ מאָטאָרל, דינט באַ דעמ אַרבעטער אינ די הענט פאַר א קליינ באָר־מאַשינדל, וואָס קאָנ בויערנ אינ יעטווידער ריכטונג אונ אפ יעטווידער אָרט, אַבי מע זאָל אינ דעמ דאָזיקנ אָרט קאָנענ אוועקשטעלנ דעמ בויער (פיג. 110). עלעקטרי־שע מאָטאָרנ, וואָס זײַנענ אײַנגעשטעלט אפ א בריק־



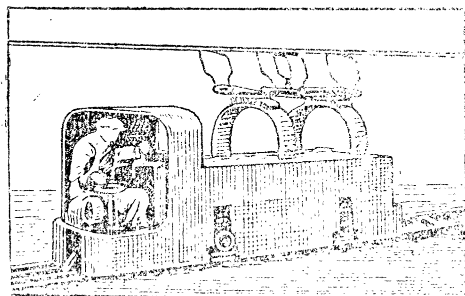
פיג. 111. דאָס אַנווענדנ א מאָטאָר באַ א דרעשמאַשינ.

קראַנ, באַוועגנ דעמ קראַנ גופ אונ הייבנ אופ לאַסטנ. מיט דער הילפ פונ מאָטאָרנ פונ פאַרשיידענער מעכטיקײַט אַרבעטנ די פאַבריק־ווענטילאַציע.

די אינדוסטריע פונ פסר״ר איז אינ יאָר 1932 געווענ עלעקטריפיצירט אפּ 71,2%. אינ דער נאָענטסטער צײַט איז אָנגעמערקט עלעקטריפיצירנ זי אפּ 100%.

מעכטיקע עלעקטרעבאַוועגערס קאָננ אויסגענוצט ווערנ אינ דער לאַנדווירטשאַפט, אפּ צו ברענגענ אינ באַוועגונג עלעקטרעאַקערס, פּאָמפּעס, דרעשמאַשינעס, וויִעלקעס, שטרוי־שנײַדערס אונ סאָרטיר־מאַשינעס (פיג. 111); באַוועגערס פונ א קלענערער מעכטיקײַט קאָנ מענ אויסנוצנ פאַר א צענטראַפּוגע, צומ אויסשלאָגנ פּוטער אונ אפּילע אפּ מעלקנ די קי.

א דרעדנאָוט — א מיליטערישע שיפ מיט א וואַסער־ארײַנעמ ניט ווייניקער פונ 25 000 ט — טראָגט אפּ זיכ א גרויסע מאַסע: די ארטילעריע, דעמ פּאַנצער, שלאַכט־אַמוניציע, מאַשינעס אונ א גוואַלדיקע קאָמאַנדע — אריבער 1 000 מאַנ. די שווערע ארטילעריע פונ דער שיפ געפינט זיכ אינ ספּעציעלע געפּאַנצערטע טורעמס.

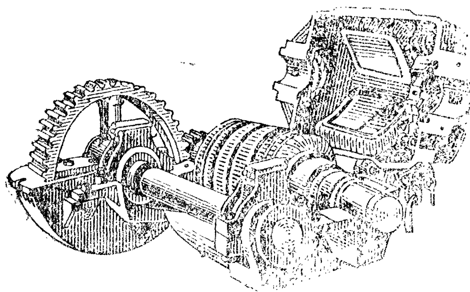


פיג. 112. שאַכטנ־עלעקטרעלאָקאָמאָטיוו.

בייסנ שיסנ דאַרפ מענ קערעווענ די טורעמס, אָנשטעלנדיק די האַרמאַטנ אינ ציל.

כוץ שווערע האַרמאַטנ, איז פאַראַנ א גרויסע צאָל לײַכטע 6־צאָליקע האַרמאַטנ, וואָס געפינענ זיכ אינ דעמ צענטראַלנ טייל פונעמ דרעדנאָוט.

אינעווייניק אינ די טורעמס געפינענ זיכ עלעקטרישע מאָטאָרנ מיט מעכאַניזמענ אפּ צו דרייענ דעמ טורעמ־גופּע, אופהייבנ אונ אָנבייגנ די האַרמאַטנ אונ אויכ אפּ דערלאַנגענ סנאַריאַדנ אונ אָנלאָדנ. ספּעציעלע עלעקטרישע ווינדעס דערלאַנגענ די סנאַריאַדנ פונ די פּאַטראָנענ־קעלערס, וואָס געפינענ זיכ אונטנ, צו די האַרמאַטנ, אפּ ארופּ.



פיג. 113. א טראַמווײַ־מאָטאָר.

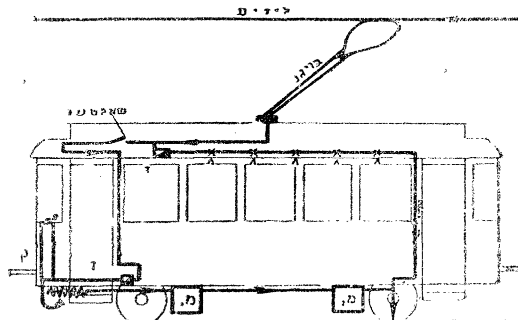
דער מאָטאָר איז אָפּנ. אפּ דער אַקס פונעמ אַנקער זעט מענ א קליינע צאָנראָד, וואָס איז פאַרייניקט מיט א גרויסער צאָנראָד $B$, וועלכע איז פאַרייניקט מיט דער אַקס פונ די וואַגאָנ־רעדער. דאָס מאַגנעט־פעלד שאַפט זיכ דורכ פיר פּאָליוסנ. אפּ דעמ אָפּגעוואָרפענעמ טייל זעט מענ צוויי פּאָליוסנ.

דער קאָמאַנדיר פונ דער שיפ פירט אָנ מיט די האַרמאַטנ, וואָס ווערנ געבראַכט אינ באַוועגונג דורכ עלעקטרישע מאָטאָרנ, אונ קאָנ זייער לײַכט אָנשטעלנ אַלע האַרמאַטנ פונ דער באַטאַרייע אינ דעמ אָנגעמערקטנ ציל, אונ דערבײַ גלײַכצײַטיק אויכ אָנלאָדנ. ס׳איז גענוג איינ קנעפּל אינ דער קאַיוטע, אז אַלע האַרמאַטנ זאָלנ געבנ א זאַלפּ אינ דעמ אָנגעמערקטנ ציל.

פאַר אנ אונטערוואַסער־שיפ, בייס עס שווימט אונטערנ וואַסער, זײַנענ עלעקטרעמאָטאָרנ, וואָס ווערנ געשפּײַזט פונ א באַטאַרייע אַקומוליאַטערס, די איינציק מעגלעכע באַוועגערס.

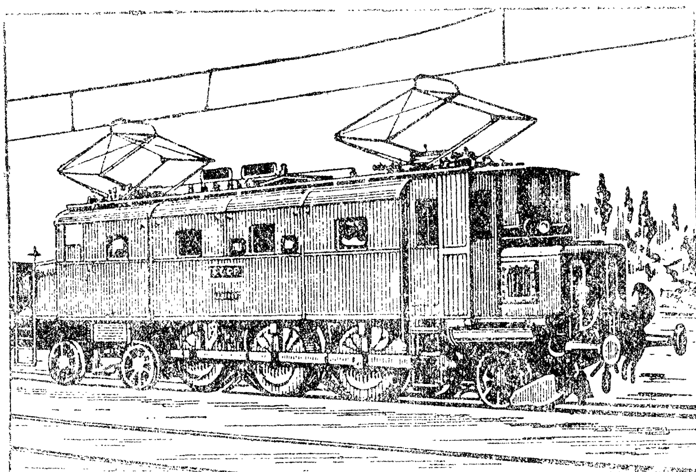
אפּן וואַסער ווערט דאָס אונטערוואַסער־שיפל געבראַכט אין באַוועגונג דורך אַ דיזעל. אַז דאָס שיפל לאָזט זיך אַראָפּ אונטערן וואַסער, הערט אויף צו אַרבעטן דער דיזעל, און עס הייבט אָן אַרבעטן דער עלעקטראָמאָטאָר.

אין גרויסע אײַזנבאַן־וואָקזאַלן אָדער אין פאַרשיידענע פאַבריקן קאָן מען אָפּט באַגעגענען גאַנצע צוגן פון קליינע אָנגעלאָדענע וואַגאָנעטקעס, וואָס באַוועגן זיך מיט דער הילף פון אַ וועגעלע מיט אַן עלעקטרישן מאָטאָר — אַן עלעקטראָקאַרע. שטראָם פאַרן מאָטאָר גיט אַ באַטאַרייע אַקומוליאַטאָרס, וואָס געפינט זיך אויף דער מאָטאָר־וואַגאָנעטקע.



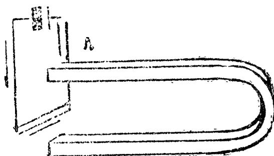
פיג. 114. דער וועג פונעם שטראָם אין אַ טראַמוויַ־וואַגאָן. אויף דער פיגור איז דער שטראָם פונעם מאָטאָר אויסגעשלאָסן. די באַלײַכטונג־נעץ איז אײַנגעשלאָסן.

אויף דער פיגור 112 זעט מען, ווי עס ווערט אָנגעווענדעט אַן עלעקטרישער מאָטאָר אין אַ שאַכטן־עלעקטראָלאָקאָמאָטיוו פאַר וואַגאָנעטקעס מיט אַרץ. אין דעם דאָזיקן עלעקטראָלאָקאָמאָטיוו איז ניטאָ קיין אַקומוליאַטאָרן־באַטאַרייע; דער שטראָם פאַרן מאָטאָר קומט דורכן אייבערשטן דורכפירער און גייט אַוועק צו די רעלסן. אַזוי ווערט אויך אויסגענוצט אַן עלעקטראָמאָטאָר אין טראַמוויַ, אויף עלעקטרישע אײַזנבאַנען און אין אַן אונטערערדישער עלעקטרישער אײַזנבאַן — אין אַ מעטראָפּאָליטען.


פיג. 115. עלעקטראָלאָקאָמאָטיוו.

די מאָטאָרן, וואָס ברענגען אין באַוועגונג דעם וואַגאָן פון טראַמוויַ, געפינען זיך אונטער דעם וואַגאָן, לעבן יעדערער פון זײַנע אַקסן. אויף דער פיג. 113 איז באַוויזן איינע פון די וואַגאָן־אַקסן מיטן מאָטאָר, וואָס געפינט זיך אויף איר.

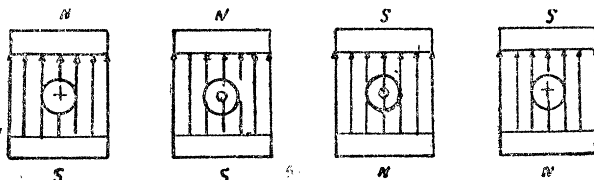
דער שטראָם ווערט אריַינגעפירט אין וואגאָן מיט דער הילף פון א בוגעל — א בויגן, וואָס געפינט זיך אפן דאך פונעם וואגאָן און וואָס באַרירט איינעם פון די דראָטן, — און גייט אוועק אין די רעלסן. דער וועג פונעם שטראָם איז אזא (פיג. 114):



פיג. 116.

פון דעם אייבערשטן דורכפירער גייט דער שטראָם דורכן בויגן צו א ספעציעלן אפאראט, מיט וועלכן עס פירט אָן דער וואגאָנענפירער, — צום קאָנטראָלער $K$[1]. פונדאנען קומט ער ארייַן אין איינעם פון די קאָלעקטער־בערשטלעך פונעם מאָטאָר $M$; דורכגייענדיק דורך די ארומוויקלונגען פונעם אנקער און פון די עלעקטרעמאגנעטן, גייט דער שטראָם אריַין אין דער אקס פון וואגאָן, און פונדאָרטן גייט ער אריבער דורך די רעדער צו די רעלסן פונעם טראמוויַ־וועג.

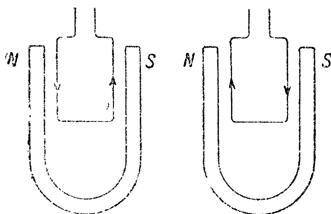
אפן וועג פונעם שטראָם געפינט זיך א ריי זיכערערס און אוטאָמאטישע אויסשליסערס, וואָס שליסן אויס דעם מאָטאָר פון דער שטראָם־נעץ, ווי נאָר דער שטראָם



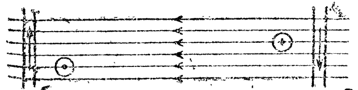
פיג. 117.

ווערט איבער עפּעס א סיבע ווערן געפערלעך פאר דער גאנצקייַט פון דער מאָטאָר־ארומוויקלונג.

די מעגלעכקייַט צו באקומען א באַליביקע באוועגונג־גיכקייַט, דאָס, וואָס עס גייט ניט אוועק אומזיסט קיין ענערגיע בייַסן אָפּשטעלן זיך, און דאָס, וואָס, ניט געקוקט אף די אָפטע אָפּשטעלונגען, פארמאָגט דער טראמוויַ א גרויסע דורכשניטלעכע גיכקייַט, גיט דעם טראמוויַ די מעגלעכקייַט צו דעראָבערן זיך אלץ א גרעסערע און גרעסערע באַדייַטונג אינעם טראנספּאָרט.



פיג. 119.


פיג. 118.

דער הויכער קאָעפיציענט פון נוצלעכער ארבעט פון א מאָטאָר, די מעגלעכקייַט אויסצונוצן ביליקע ענערגיע פון מינדערווערטיקן הייצווארג, אָדער די ענערגיע פון

1) מיט דער הילף פונעם קאָנטראָלער האָט דער וואגאָנפירער די מעגלעכקייַט צו רעגולירן די גרייס פונעם שטראָם, וואָס קומט אריַין אין מאָטאָר, אייַנשליסן און אויסשליסן דעם מאָטאָר פון דער נעץ, ענדערן די ריכטונג פון דער דרייונג פון אנקער, ענדערנדיק די ריכטונג פונעם שטראָם אין די ארומוויקלונגען פון אנקער.

הידראָסטאַנציעס, האָט א באַזונדערע באַדייטונג פאַרן עלעקטריפיצירן דעם פּאַרקער מיט דער הילף פון עלעקטרישע אײַזנבאַנען (פיג. 115).

אין עלעקטריפיקאַציע־פּלאַן פון פסר״ר איז אָנגעמערקט צו עלעקטריפיצירן צום 1937 יאָר ביז 27% פון דער גאַנצער אײַזנבאַן־נעץ.

## פראַגעס.

244. וואָסערע מײַלעס האָט אַן עלעקטרעמאָטאָר ?

245. וויאַזוי ווערט אָנגעווענדעט דער עלעקטרעמאָטאָר אף פאַבריקן, אין דער לאַנדווירטשאַפט, אין מיליטער־וועזן און אינעם טראַנספּאָרט ?

246. וויאַזוי איז געבויט דער טראַמוויי ?

247. וואָס איז אַזוינס א מעטראָפּאָליטען ?

248. אין וועלכער זײַט וועט זיך באַוועגן דער דורכפירער אף דער פיג. 116 ? די ריכטונג פון דעם שטראָם אין דעם דורכפירער איז באַוויזן מיט ווײַזערס.

249. צווישן די פּאָליוסן פון די מאַגנעטן (פיג. 117) געפינען זיך פיר דורכפירערס מיט עלעקטרישן שטראָם. וויאַזוי באַוועגט זיך יעדערער פון זיי ?

אָנווײַזונג. דער צייכן ⊙ באַווײַזט, אז דער שטראָם גייט צו אונדז, דער צייכן ⊕—אז דער שטראָם גייט פון אונדז.

250. אף דער פיג. 118 זײַנען אָנגעצייכנט פיר דורכפירערס מיט שטראָם, וואָס געפינען זיך אין א מאַגנעט־פעלד. באַצייכנט מיט ווײַזערס, וויאַזוי עס באַוועגט זיך יעדערער פון די דאָזיקע דורכפירערס.

251. צווישן די פּאָליוסן פון מאַגנעטן זײַנען אויסגעהאַנגען צוויי רעמלעך (פיג. 119). די ריכטונג פון די שטראָמען איז אין זיי באַוויזן מיט ווײַזערס. וויאַזוי וועט זיך באַוועגן יעדערער פון זיי ?

252. באַשטימט די ריכטונג פונעם שטראָם אין רעמל (פיג. 119), וואָס דרייט זיך לויט דער ריכטונג פון א זייגער־ווײַזער.

253. א רעמל מיט א שטראָם געפינט זיך אינמיטן צווישן די פּאָליוסן פון א פּאָדקאָווע־אַרטיקן מאַגנעט, אַזוי אז זײַן אויבערפלאַך איז פּערפּענדיקוליער צו די קראַפט־ליניעס. צי וועט זיך דאָס רעמל קערעווען ? פאַרוואָס ?

254. א מאָטאָר ווערט דערנערט מיט שטראָם פון 100 אַמפּער מיט א שפּאַנונג פון 500 וואָלט. וויפל איז די מעכטיקײַט פונעם מאָטאָר, אויב זײַן קאָעפיציענט פון נוצלעכער ווירקונג איז 90% ?

255. ווי גרויס דאַרף זײַן דער שטראָם אין א מאָטאָר, אויב די שפּאַנונג איז 440 וואָלט, און דער מאָטאָר דאַרף האָבן א מעכטיקײַט פון 40 פ־ק. ? (אף די פאַרלוסטן פון ענערגיע ניט לייגן קיין אכט).

קאפיטל VIII.

# עלעקטרעמאגנעטישע אינדוקציע.

**79. אינדוקציע־שטראָם.** אז א שטראָם גייט דורך א דורכפירער, שאפט זיך ארום דעם דאָזיקן דורכפירער א מאגנעט־פעלד.

פאראדיי האָט זיך געשטעלט אן אומגעקערטע פארגעבונג: צי קאָן מען ארויסרופן שטראָם אין א דורכפירער מיט דער הילף פון א מאגנעט? אין 1831 יאָר האָט ער דורכגעמאכט א ריי פרווון, וואָס זייערע רעזולטאטן זיינען געלייגט געוואָרן אין גרונט פון דער היינטצייטיקער עלעקטרעטעכניק.



מיכאיל פאראדיי (1867—1791).

א דראָט־שפול איז פארייניקט מיט די קלעמען פון א פילבארן גאלוואנאָמעטער. דער ווייזער פונעם גאלוואנאָמעטער נייגט זיך ניט אָפּ — הייסט עס, אז אין שפול איז קיין שטראָם ניטאָ.

אויב מע זאָל ארייַנפירן אין דער שפול א מאגנעט, וועט זיך דער ווייזער אָפּנייגן, — הייסט עס, אז דורך דער שפול גייט א שטראָם (פיג. 120), ווי נאָר די באוועגונג פונעם מאגנעט שטעלט זיך אָפּ, רייסט זיך אויך איבער דער שטראָם (פיג. 121).

| |
|---|
| ווען א מאגנעט באוועגט זיך אינעווייניק אין א געשלאָסענער שפול, אנטשטייט אין דער שפול א שטראָם. |

דער שטראָם, וואָס אנטשטייט אין דער שפול, הייסט **אינדוקטיווער שטראָם**.

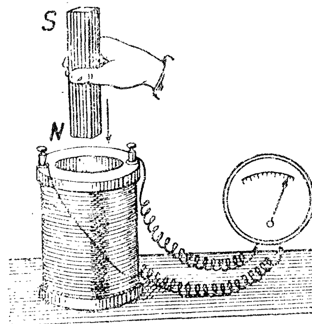
אן אנאלאָגישע דערשיינונג באקומט זיך, אויב מע זאָל אָנשטאָט א מאגנעט ארייַנפירן אין א שפול אן עלעקטרעמאגנעט אָדער, לאָזנדיק אומבאוועגלעך דעם מאגנעט, אָנטון אָפּ אים אָדער אראָפּנעמען פון אים די שפול.

אן עלעקטרישער שטראָם אנטשטייט אין א דורכפירער, אויב מע זאָל צווינגען דעם דורכפירער זיך באוועגן אין א מאגנעט־פעלד.

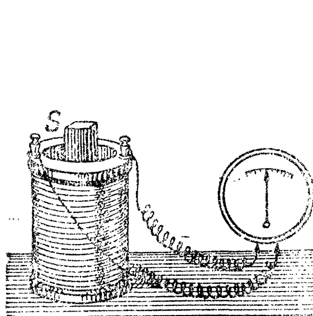
עס איז נייטיק אָפּצומערקן, אז ניט בא יעדער באוועגונג פון א דורכפירער אין א מאגנעט־פעלד באקומט זיך שטראָם. אויב מע זאָל באוועגן דעם דורכפירער לענגויס די קראפט־ליניעס, וועט זיך קיין שטראָם ניט באקומען.

באוועגנדיק א דורכפירער (פיג. 122), וואָס איז פאראייניקט צו די קלעמען פון א פילבארן גאלוואנאָמעטער, צווישן די פּאָליוסן פון א שטארקן עלעקטראָמאגנעט, באמערקן מיר, אז:

| |
|---|
| אן אינדוקטיווער שטראָם אנטשטייט אין א דורכפירער בלויז אין דעם פאל, אויב דער דורכפירער שניידט דורך אין זיין באוועגונג די מאגנעטישע קראפט־ליניעס. |



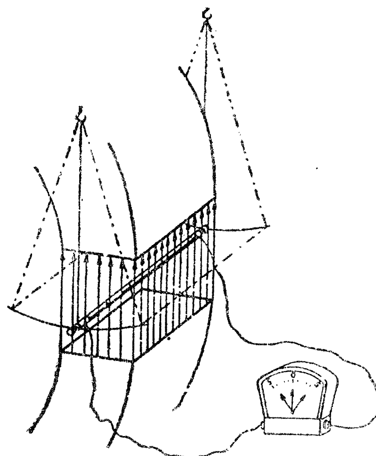
פיג. 120.

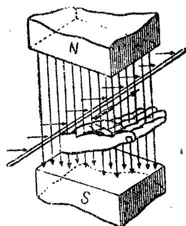


פיג. 121.

די ריכטונג פון שטראָם אינעם דורכפירער ענדערט זיך אינאיינעם מיטן ענדערן די ריכטונג פון דער באוועגונג פונעם דורכפירער (פיג. 122).

באם באוועגן א דורכפירער אין א מאגנעט־פעלד קומט אופ אפ די עקן פונעם דורכפירער א שפּאנונג. די מעכאנישע ענערגיע ווערט פארוואנדלט אין עלעקטרישער ענערגיע.


פיג. 122.



פיג. 123. קלאל פון דער רעכטער האנט.

אפ צו באשטימען די ריכטונג פונעם אינדוקטיווען שטראָם קאָן דינען פאָלגנדיקער קלאל פון דער רעכטער האנט:

לאָמיר אוועקלייגן אין א מאגנעט־פעלד די רעכטע האנט אזוי, אז די מאגנעטישע קראפט־ליניעס זאָלן זיך איינשפארן אין דער דלאָניע (פיג. 123). אויב דער דורכפירער רוקט זיך איבער אין דער ריכטונג פונעם גרויסן פינגער, פאלט צונויף די ריכטונג פונעם אינדוקטיוון שטראָם מיט דער ריכטונג פון די אויסגעצויגענע פיר פינגער.

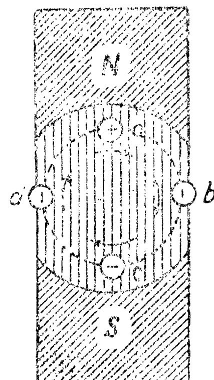
עקספערימענטן באווייזן, אז די שפאנונג אף די עקן פון א דורכפירער, וואָס באוועגט זיך אין א מאגנעט־פעלד, העגגט אָפּ פון דער צאָל קראפט־ליניעס, וואָס ווערן דורכגעשניטן אין א סעקונדע.

דאָס ארויסרופן אן עלעקטרישן שטראָם אין א דורכפירער, וואָס שנײַדט דורך מאגנעטישע קראפט־ליניעס, הייסט עלעקטרעמאגנעטישע אינדוקציע.

**פראגעס.**

256. דורך וואָסערע מיטלען קאָן מען באקומען א שטראָם מיט דער הילף פון א מאגנעט?
257. וואָס פאר א שטראָם הייסט אינדוקטיווער?
258. וועלכער קלאַל באשטימט די ריכטונג פונעם אינדוקטיוון שטראָם, וואָס באקומט זיך באַם באַוועגן א דורכפירער אין א מאגנעט־פעלד.

**80. וויאזוי באקומט מען פארענדערלעכע שפאנונג.** אינעם מאגנעט־פעלד $NS$ באוועגט זיך א דורכפירער, וואָס זײַנע עקן זײַנען פאראייניקט מיט א גאלוואנאָמעטער. לאָמיר באצייכענען די לאגע פונעם דורכפירער מיט די קרײַזלעך $a$, $b$, $c$, $d$. (פיג. 124). די ווײַזערלעך לעבן די קרײַזלעך באצייכענען די ריכטונג, אין וועלכער עס באוועגט זיך אין דער געגעבענער צײַט דער דורכפירער אינעם מאגנעט־פעלד. דער דורכפירער אין דער לאגע $a$ באוועגט זיך אינעם מאגנעט־פעלד קווער בענעגייע צו די קראפט־ליניעס, ער שנײַדט זיי דורך, און דעריבער אנטשטייט אין אים א שטראָם, וואָס גייט דורכן דורכפירער פון אונטן. דאָס איז באצייכנט מיט א קרייצל, וואָס איז ארײַנגעשטעלט אין קרײַזל.



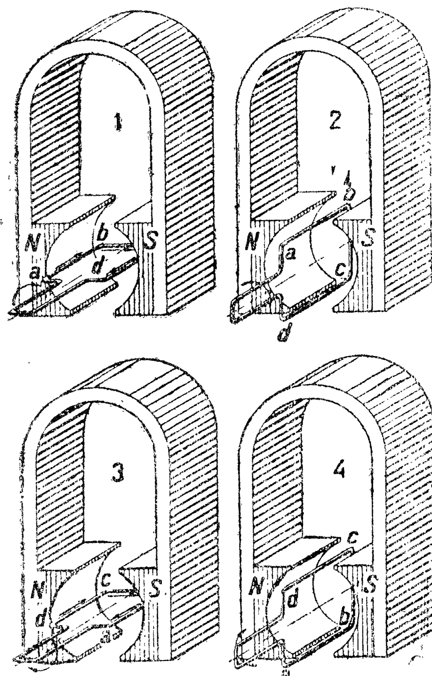
פיג. 124.

אויב דער דורכפירער וועט זיך באוועגן אזוי, ווי דאָס איז באצייכנט אף דער לאגע $c$, וועט, לויטן קלאַל פון דער רעכטער האנט, דער שטראָם אין אים גיין צו אונטן. אין די לאגעס $b$ און $d$ באוועגט זיך דער דורכפירער פאראלעל די קראפט־ליניעס, ניט איבערשנײַדנדיק זיי, און דעריבער וועט אין די דאָזיקע לאגעס אינעם דורכפירער קיין שטראָם ניט זײַן.

הייסט עס, אז ווען דער דורכפירער וועט דורכמאכן א פולן אומדריי אינעם מאגנעט־פעלד, וועט זיך די ריכטונג פונעם שטראָם אין אים צוויי מאָל ענדערן.

א שטראָם, וואָס זײַן ריכטונג ענדערט זיך פעריאָדיש, הייסט וועקסל־שטראָם.

לאָמיר זיכ פאָרשטעלנ, אַז אינ אַ מאַגנעט־פעלד דרייט זיכ אינ דער ריכטונג פונעמ זייגער־ווייַזער אַ דורכפירער (פיג. 125), וואָס איז אויסגעבויגנ, ווי אַ פירעק *abcd*. אינ דער לאַגע 1 שנייַדט דורכ דער טייל *ab* פונעמ דורכפירער די קראַפט־ליניעס, זיכ באַוועגנדיק אַרופ, און *cd* שנייַדט דורכ די דאָזיקע ליניעס, זיכ באַוועגנדיק אַפּ אַראָפּ. דער שטראָמ גייט דורכ *ab* פונ אונטנ, און דורכ *cd* — צו אונטנ. דאָס איז באַצייכנט מיט ווייַזערלעכ. אַנדערש גערעדט, באַ דער געגעבענער לאַגע פונ דער באַוועגונג פונעמ דורכפירער, ווי מע זאָגט — באַ דער געגעבענער פאַזע, גייט דער שטראָמ אינעמ גראָדעק אינ דער ריכטונג פונ *abcd*.



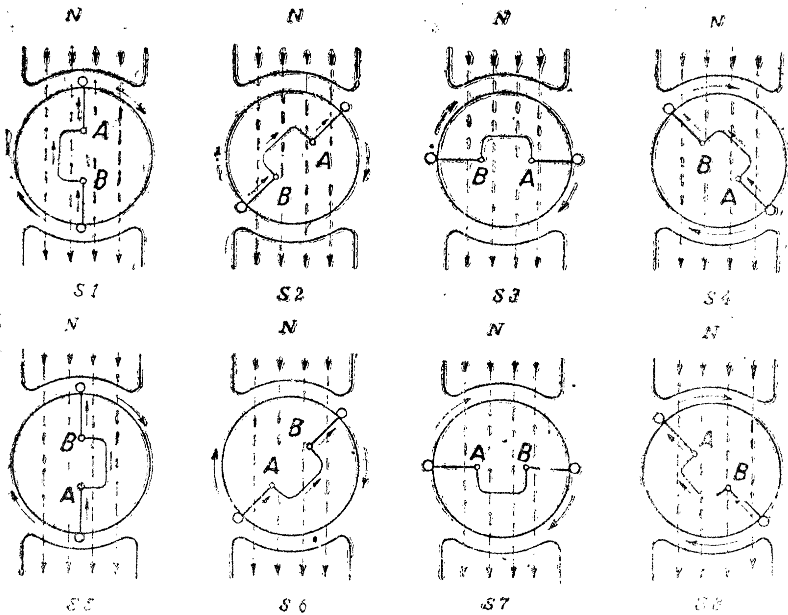
פיג. 125.

לאָמיר זיכ פאָרשטעלנ אַז דער דורכפירער האָט זיכ אַ קערעווע געטאָנ אַפּ $180^\circ$ און באַוועגט זיכ, ווי עס איז אָנגעוויזנ אַפּ דער פיג. $125_3$. אַפּנ ערשטנ קוק איז די פיג. $125_3$ אַ פּינקטלעכע קאָפּיע פונ דער פיג. $125_1$, אָבער בייס מע באַטראַכט זי אופמערקזאַמ, זעט מענ, אַז איצטער באַוועגט זיכ דער טייל *cd* אַפּ אַרופ, און דער טייל *ab* באַוועגט זיכ אַפּ אַראָפּ. הייסט עס, אַז דער שטראָמ וועט גײנ, ווי עס באַווייַזט דער ווייַזער, אינ דער ריכטונג *dcba*, ד. ה., דער שטראָמ גייט אינ אַ קעגנזעצלעכער ריכטונג. אַז דער דורכפירער איז אַריבערגעגאַנגענ פונ דער לאַגע, וואָס איז אָנגעוויזנ אַפּ דער פיג. $125_1$, צו דער לאַגע פונ דער פיג. $125_3$, האָט דער שטראָמ אינעמ דורכפירער געענדערט זייַנ ריכטונג אַפּ אַ פאַרקערטער. די דאָזיקע ענדערונג האָט געקאָנט פאָרקומענ בלויז אינ דעמ פאַל, אויב בייס דער באַוועגונג פונעמ דורכפירער איז געווענ אַ מאָמענט, ווענ דער שטראָמ איז געווענ גלייַכ צו נול. די דאָזיקע מאָמענטנ זייַנענ געוויזנ אַפּ דער פיג. $125_{2-4}$. אינ די דאָזיקע פאַלנ באַוועגט זיכ דער דורכפירער פּאַראַלעל צו די קראַפט־ליניעס, און קיינ שטראָמ איז אינ אימ ניטאָ.

גענויער קאָנ מענ נאָכשפּירנ דעמ שטראָמ אינעמ דורכפירער *adcd* אַפּ דער פיג. 126, ווו עס זייַנענ געוויזנ אַכט פאַרשיידענע מאָמענטנ פונ דער לאַגע פונעמ דורכפירער אינעמ מאַגנעט־פעלד. דער גראָדווינקלדיק־אויסגעבויגענער טייל פונעמ דורכפירער, וואָס גייט צו צו די פּונקטנ *A* און *B*, אַנטשפּרעכט דעמ אַרויסשטאַרטשענדיקנ טייל פונעמ דורכפירער אַפּ דער פיג. 125. ווענ דער דורכפירער געפינט זיכ אינ דער לאַגע 1, שנייַדט ער דורכ באַ זייַנ באַוועגונג פּערפּענדיקולער צו די קראַפט־ליניעס אַ גרויסע צאָל קראַפט־ליניעס, און דעריבער גייט אינ אימ אַ באַדייַטנדיקער שטראָמ.

אינ דער לאַגע 2 שנייַדט דורכ דער דורכפירער באַ דער זעלביקער גיכקייַט פונ

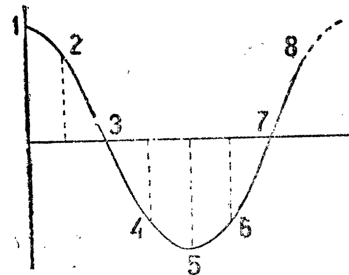
באוועגונג וויניקער ליניעס, ווײַל ער באוועגט זיך גענייגט צו דער ריכטונג פון די ליניעס; דער שטראָם ווערט קלענער. אין דער לאגע 3 באוועגט זיך דער דורכפירער



פיג. 126.

פּאַראַלעל צו די קראַפט־ליניעס: ער שנײַדט זיי ניט דורך, הייסט עס, אז קיין שטראָם איז ניטאָ. איבערוקנדיק זיך צו דער לאגע 4, הייבט אָן דער דורכפירער ווידער דורכ־צושנײַדן די מאגנעט־ליניעס, אָבער זײַן באוועגונג אינעם מאגנעט־פעלד איז אן אנדערע, איידער אין דער לאגע 2. הייסט עס, אז דער שטראָם ענדערט זײַן ריכטונג. אין דער לאגע 5 איז די צאָל דורכגעשניטענע ליניעס די גרעסטע, און דער שטראָם דערגרייכט ווידער די העכסטע גרייס א. אז. וו.

גראפיש איז די ענדערונג פונעם שטראָם געוויזן אף דער פיג. 127.



פיג. 127. גראפיק פון וועקסל־שטראָם.

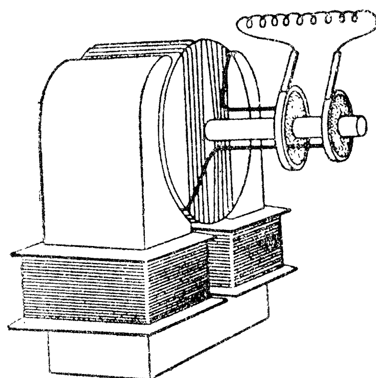
באם דרייען א געשלאָסענע וויקלונג אין א מאגנעט־פעלד באקומט זיך אין אים וועקסל־שטראָם (א שטראָם, וואָס ענדערט זײַן ריכטונג און גרייס).

## 81. גענעראטאר פון וועקסל־שטראָם.

א גענעראטאר פון וועקסל־שטראָם דינט אף צו באקומען וועקסל־שטראָם.

דער אייגפאכסטער גענעראטאר באשטייט פון א שפול איזאָלירטע דראָט, וואָס דרייט זיך צווישן די פּאָליוסן פון א שטארקן עלעקטראמאגנעט.

קעדיי צו קאָנצענטרירנ די מאגנעטישע קראפט־ליניעס אינ דעמ טייל, ווו עס באוועגנ זיכ די דורכפירערס פונ דער שפול, וויקלט מענ ארומ די שפול גופע אפ אנ אײַזערנעמ הערצל, אונ אפ די פּאָליוסנ פונעמ מאגנעט טוט מענ אָנ אײַזערנע „שיכ“ (פיג. 129—128). די עקנ פונ דער שפול ווערנ צוגעפעסטיקט צו איזאָלירטע איינער פונעמ אנדערנ קופערנע רינגענ, וואָס זײַנענ אָנגעטאָנ אפ דער זעלביקער אקס, אפ וועלכער עס געפינט זיכ דאָס אײַזערנע הערצל. די רינגענ באַרירנ בערשטלעכ, צו וועלכע עס זײַנענ צוגעפעסטיקט די קלעמענ פונ דער אויסערלעכער קייט.



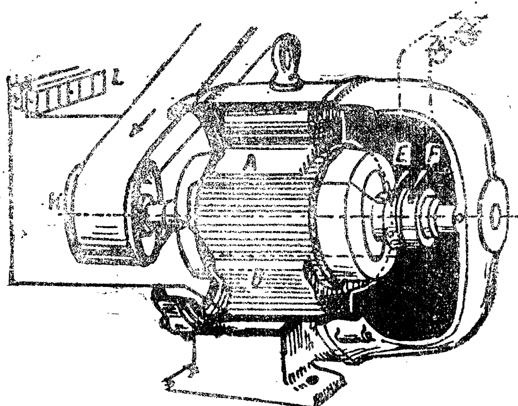
פיג. 128.

דער וועקסל־שטראָמ, וואָס באקומט זיכ באמ דרייענ די שפול אינעמ מאגנעט־פעלד, ווערט מיט דער הילפ פונ די בערשטלעכ אָפּגעפירט אינ דער אויסערלעכער קייט. דעמ זיכ דרייענדיקנ טייל פונעמ גענעראטער, וועלכער באשטייט פונ אנ אײַזערנ הערצל אונ פונ א שפול, וואָס איז אפ אימ אָנגעוויקלט, רופט מענ אנקער.

**פראגעס.**

259. וואָס פאר א שטראָמ באקומט זיכ אינ דער אנקער־ארומוויקלונג?

260. וויאזוי גייט איבער דער שטראָמ פונ דער אנקער־ארומוויקלונג אינ דער אויסערלעכער קייט?



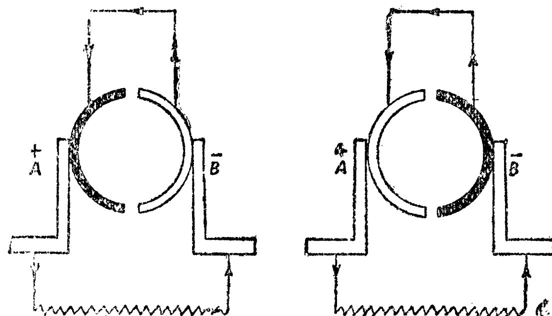

פיג. 129. גענעראטער פונ פארענדערלעכנ שטראָמ (סכעמע).

$A$ — די שיכ פונעמ עלעקטרעמאגנעט. $B$ — דער אנקער פונעמ גענעראטער, אפ אימ איז אויסגעטיילט איינ וויקלונג. $E$ אונ $F$ די בערשטלעכ, וואָס פירנ אָפּ דעמ שטראָמ. זיי באַרירנ די רינגענ פונעמ קאָלעקטער. $K$ — דער שקיוו פונעמ אנקער. $L$ — א קוואל פונ גלײַכ־שטראָמ אפ צו נערנ די שפולנ פונעמ עלעקטרעמאגנעט.

## 82. דינאמאָ פונ גלײַכ־שטראָמ.

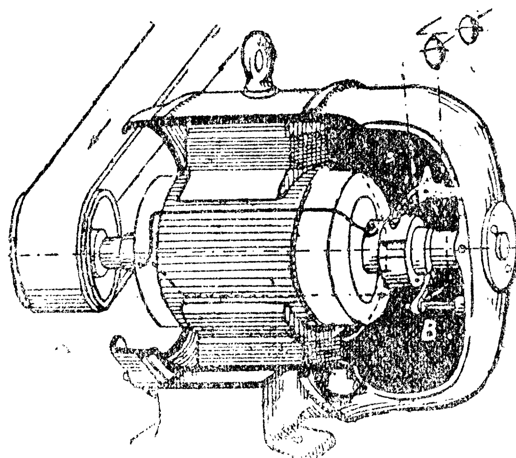
**82. דינאמאָ פונ גלײַכ־שטראָמ.** אָפּט קומט אויס דעמ וועקסל־שטראָמ אויסגלײַכנ — צווינגענ אימ צו גייג דורכ דער אויסערלעכער קייט אינ איינ ריכטונג. די דאָזיקע אויסגלײַכונג פונעמ שטראָמ ווערט דערגרייכט דורכ אײַנשטעלנ א

קאָלעקטער, וועלכער באַשטייט פון צוויי קופּערנע האַלבע רינגען, וואָס זיינען איזאָלירט איינער פון דעם אַנדערן און פון דער אַקס (פיג. 130). לאָמיר זיך פאָרשטעלן, אַז דאָס בערשטל $A$ (פיג. 130) דריקט זיך צו צום שוואַרצן האַלבן רינג, צו וועלכן עס




פיג. 130. די אַרבעט פון אַ קאָלעקטער (סכעמע).

גייט צו אינעם געגעבענעם מאָמענט דער שטראָם, און דאָס בערשטל $B$ באַרירט דעם ווייסן האַלבן רינג, פון וועלכן דער שטראָם גייט אָפּ. דורך דער אויסערלעכער קייט גייט דער שטראָם פון בערשטל $A$ צו $B$. אין דער אָרומוויקלונג גייט דער שטראָם פונעם ווייסן האַלבן רינג צום שוואַרצן. ווען די שפּול וועט זיך אַ קערעווע טון אויף 180°, וועט זיך אין דער וויקלונג ענדערן די ריכטונג פון שטראָם; צום ווייסן האַלבן רינג גייט דער שטראָם צו און פונעם שוואַרצן גייט ער אָפּ. אין דער דאָזיקער לאַגע דריקט זיך צו צום ווייסן רינג דאָס בערשטל $A$ און צום שוואַרצן — דאָס בערשטל $B$, און אין דער אויסערלעכער קייט גייט דער שטראָם אין דער פריערדיקער ריכטונג — פון $A$ צו $B$. עס האָט זיך באַקומען אַ גענעראַטאָר פון גלײַך-שטראָם.




פיג. 131. דינאַמאָ פון גלײַך-שטראָם (סכעמע).
$A$ און $B$ — בערשטלעך, וואָס באַרירן די האַלבע רינגען פונעם קאָלעקטער.

אַזאַ גענעראַטאָר רופט מען דינאַמאָמאַשין, אָדער פּאָשעט דינאַמאָ (זע פיג. 131).

**פראַגעס.**

261. וויאַזוי איז געבויט דער קאָלעקטער און צו וואָס דאַרף מען אים?

262. וואָס פאַר אַ שטראָם גייט אין דער אָרומוויקלונג פונעם אַנקער, בײַ עס גייט אַ גלײַך-שטראָם אין דער אויסערלעכער קייט?

## 83. דאָס מאגנעט־פעלד פונ א גענעראטער.

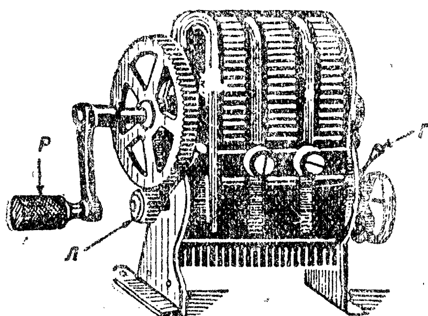
דאָס מאגנעט־פעלד פונ א גענעראטער קאָנ אויסבּילדנ אָדער אנ עלעקטרעמאגנעט אָדער שטאָלענע מאגנעטנ.

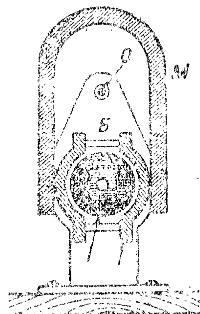
גענעראטערס, וואָס זייער מאגנעט־פעלד בּילדנ אויס שטאָלענע מאגנעטנ, הייסנ מאגנעטאָ. זיי האָבּנ ניט קיינ גרויסע מעכטיקײַט, אונ מע נוצט זיי, צומ בײַשפּיל, אפ באקומענ א פונק אינ די באוועגערס פונ אינערלעכנ ברענענ, אפ סיגנאליזאציע אינ קורצע טעלעפאָנ־ליניעס (פיג. 132).

אינ זייער מעכטיקע דינאמאָמאשינעס ווערט דאָס מאגנעט־פעלד געשאפנ דורכ עלעקטרעמאגנעטנ. פונוואנענ אָבּער נעמט דער עלעקטרעמאגנעט שטראָמ אפ אָנ־מאגנעטיזירנ זיכ? אינ דינאמאָמאשינעס פונ גלײַכ־שטראָמ גיט די מאשינ גופע שטראָמ אפ צו נערנ אירע עלעקטרעמאגנעטנ. די עלעקטרעמאגנעטנ פונ א דינאמאָ־מאשינ, אפילע ווענ דורכ זיי גייט ניט קיינ שטראָמ, זײַנענ דאָכ עטוואָס אָנגעמאגנע־טיזירט. אפילע דאָס סאמע ווייכע אײַזנ היט אײַנ רעשט־מאגנעטיזמ, אויבּ עס איז כאָטש איינ מאָל געווענ אָנגעמאגנעטיזירט. די דאָזיקע שוואכע אָנגעמאגנעטיזירט־קײַט איז גענוג צו אויסבּילדנ א שוואכנ שטראָמ אינ דער ארומוויקלונג פונעמ אנקער, ווענ מע הייבּט אימ אָנ דרייענ. אז מיר וועלנ לאָזנ דעמ דאָזיקנ שוואכנ שטראָמ אינ דער ארומוויקלונג פונעמ עלעקטרעמאגנעט, וועלנ מיר דערגרייכנ א שטארקערע אָנמאגנעטיזירונג; דאָס ווידער וועט ארויסרופנ א שטארקערנ שטראָמ אינעמ אנקער א.אז.וו., בּיזוואנענ די מאשינ וועט דערגרייכנ דעמ מאקסימאלנ שטראָמ.

אפ דער פיג. 133 איז געוויזנ איינע פונ די פארייניקונג־סכעמעס פונ א דינאמאָ־מאשינ. דער שטראָמ גייט פונ בּערשטל $A$ אינ דער אויסערלעכער קייט אונ פונ דער קייט דורכ דער ארומוויקלונג פונעמ עלעקטרעמאגנעט, אונ דורכנ צווייטנ בּערשטל קומט ער ארײַנ אינ דער ארומוויקלונג פונעמ אנקער. אזא פארייניקונג הייסט נאָכאנאנדיקע פארייניקונג.

אפ אופצורייצנ די עלעקטרעמאגנעטנ אינ גענעראטערס פונ וועקסל־שטראָמ דינט א באזונדערע דינאמאָמאשינ פונ גלײַכ־שטראָמ, וואָס איז אײַנגעשטעלט אפ אנ אל־געמיינעמ וואל מיט דער דינאמאָ פונ וועקסל־שטראָמ.




פיג. 132. א מאגנעטאָ. דער אויסערלעכער אויסזענ אונ דער שניט.

## 84. אומגעקערטקײַט פונ א דינאמאָמאשינ.

א דינאמאָמאשינ פונ גלײַכ־שטראָמ, ווענ מע ברענגט איר אנקער אינ באוועגונג, פארבּרויכנדיק אפ דעמ וואָסער עס איז ענערגיע, ווערט אליינ א קוואל פונ עלעקטרישער ענערגיע — א גענע־

ראטער. זי פארוואנדלט די מעכאנישע ענערגיע פונעם באוועגער אינ עלעקטרישנ שטראָם.

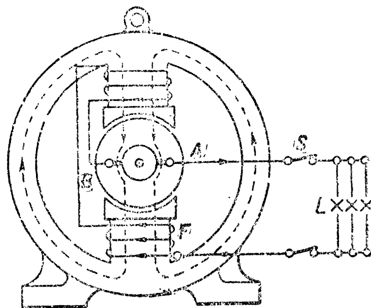
פארקערט, אויב מע זאָל לאָזנ אינ די ארומוויקלונגענ פונ א דינאמאָמאשינ עלעקטרישנ שטראָם, וועט דער אנקער פונ דער דינאמאָ זיכ נעמענ באוועגנ, אונ די דאָזיקע באוועגונג פונעם אנקער קאָנ מענ אויסנוצנ אפ אָפטוג די אָדער יענע ארבעט. אזויארום קאָנ מענ א דינאמאָמאשינ אויסנוצנ ווי א באוועגער.

די אייגנשאפטנ פונ א דינאמאָמאשינ פונ גלייכ־שטראָם צו פארוואנדלענ מעכאנישע ענערגיע אינ עלעקטרישער אונ פארקערט—עלעקטרישע אינ מעכאנישער—הייסט אומגעקערטקייט.

## 85. איבערגעבונג פונ עלעקטרישער ענערגיע.

עלעקטרישער שטראָם, גייענדיק איבער א דורכפירער, ווארעמט אים אָנ. דער סכום ווארעמקייט, וואָס עס טיילט אויס דער שטראָם אינ יעדער סעקונדע, הענגט אָפ פונעם ווידערשטאנד פונ דורכפירער אונ פונ דער גרייס פונעם שטראָם אינ אים.

לויט דזשאָול־לענצס געזעצ איז די ווארעמקייט, וואָס דער שטראָם טיילט אויס, גלייכ צו $Q = 0{,}24\, RI^2t$, ווו $R$ איז דער ווידערשטאנד פונעם דורכפירער, $I$ — די גרייס פונעם שטראָם אינעם דורכפירער, אונ $t$ — די צייט. קעדיי טע זאָל טעכניש לוינענ איבערגעבנ די עלעקטרישע ענערגיע, איז נייטיק צו פארקלענערנ די פארלוסטנ אפ אָנווארעמענ די דורכפירערס.



פיג. 133. די סכעמע פונ פארייניקונגענ אינ א דינאמאָ.

דזשאָול־לענצס פאָרמול באווייזט די וועגנ אפ צו פארקלענערנ די פארלוסטנ.

אײנ וועג איז צו פארקלענערנ דעם ווידערשטאנד $R$ פונ דער ליניע. דאָס קאָנ מענ טונ, נעמענדיק דראָט מיט א גרעסערנ קווערשניט.

דער צווייטער וועג איז פארקלענערנ די גרייס פונעם שטראָם $I$, וואָס ווערט איבערגעגעבנ. דערביי איז אויב מיר פארקלענערנ די גרייס פונעם שטראָם בלויז אינ 10 מאָל, פארקלענערנ מיר די פארלוסטנ אינ 100 מאָל.

מיר וועלנ באטראכטנ די דאָזיקע מיטלענ.

די שאטורער סטאנציע, וואָס געפינט זיכ אפ א טעהאלעכ פונ 130 קמ פונ מאָסקווע, שיקט איבער קיינ מאָסקווע א שטראָם מיט א מעכטיקייט פונ $33\,000\ kW$. וואָס פאר א דורכפירער דארפ מענ האָבנ אפ איבערצוגעבנ די דאָזיקע ענערגיע בא דער שפאנונג פונ $110\ V$?

קעדיי איבערצוגעבנ א מעכטיקייט פונ $33\,000\ kW$ בא דער שפאנונג פונ $110\ V$, דארפ די גרייס פונעם שטראָם אינ דורכפירער זיינ:

$$\frac{33\,000 \cdot 1000}{110} = 300\,000\ \text{A}.$$

אויב א דורכפירער האָט א קווערשניט פונ 1000 ממ², איז בא אזא קווערשניט דערלאָזבאר אנ אָנלאָדונג בלויז $1250\ A$.

א דורכפירער מיט א קווערשניט פון 1000 ממ² קאָן מען מאכן אין דער פאָרם פון א קופערנער שינע 10 סמ די ברייט און 1 סמ די גרעב. א מעטער פון אזא שינע וועגט בא 8,8 קג. פאר א שטראָם פון $300\,000\,A$ פאָדערט זיך צונויפשטעלן א דורכפירער פון 240 אזוינע פאראלעל איינגעשלאָסענע קופערנע שינעס — א קופערנעם ברוס מיט א קווערשניט פון 2 400 סמ². די גרעב פון אזא ברוס קאָן זיין 40 סמ און די ברייט 60 סמ.

אפ דורכפירן א צוויי־דראָטיקע קייט פאָדערט זיך 260 קמ פון אזא ברוס מיט אן אלגעמיינער וואָג פון אריבער 500 000 ט ריינעם קופער.

ס'איז קלאָר, אז איבערצוגעבן אפ אזא אויפן ענערגיע איז פראקטיש אומעגלעך. מע דארף זוכן אן אנדער לייזונג פאר דער וועקגעשטעלטער אופגאבע. מע דארף געפינען א מיטל אפ צו פארקלענערן די גרייס פונעם שטראָם אין דער איבערגעבונג־קייט און איינצייטיק ניט פארקלענערן די מעכטיקייט, וואָס ווערט איבערגעגעבן.

איינע און די זעלביקע מעכטיקייט קאָן מען באקומען בא פארשיידענע גרייסן פונעם שטראָם און שפאנונג. לאָמיר זיך פאָרשטעלן, אז פאר דעם געגעבענעם ציל איז נייטיק א מעכטיקייט $100\,W$. אזא מעכטיקייט קאָן געבן א שטראָם פון $10\,A$ בא א שפאנונג פון $10\,V$, אָדער א שטראָם פון $5\,A$ בא א שפאנונג פון $20\,V$, אָדער א שטראָם פון $1\,A$ בא א שפאנונג פון $100\,V$ א. אז. וו.

מיט איין וואָרט, אויב דער שטראָם $I$ בא דער שפאנונג $V$ גיט די זעלביקע מעכטיקייט, ווי דער שטראָם $I_1$ בא דער שפאנונג $V_1$, דארף צווישן די דאָזיקע גרייסן זיין אזא אָפהענגיקייט:

$$VI = V_1 I_1$$

אָדער: $$\frac{I}{I_1} = \frac{V_1}{V}$$

אנדערש גערעדט:

| |
|---|
| אויב ס'איז נייטיק, צו פארקלענערן די גרייס פונעם שטראָם, ניט ענדערנדיק די מעכטיקייט, דארף מען העכערן די שפאנונג. |

אזוי טוט מען טאקע באם איבערגעבן ענערגיע.

אין פסר״ר איז אָנגענומען באם איבערגעבן שטראָם אפ גרויסע שטרעקעס צו באנוצן זיך מיט א שטראָם פון $115\,000\,V$ און העכער; באם איבערגעבן אפ קלענערע שטרעקעס באנוצט מען א שטראָם פון $6\,000\,V$.

די ענערגיע פון דער שאטורער סטאנציע ווערט איבערגעגעבן קיין מאָסקווע בא א שפאנונג פון $115\,000\,V$. הייסט עס, אז די גרייס פונעם שטראָם אין דער איבערגעבונג־קייט איז בא $280\,A$. אזא שטראָם קאָן מען איבערגעבן דורך א דורכפירער מיט א קווערשניט פון 120 ממ². פון דער שאטורער סטאנציע קיין מאָסקווע גייען צוויי איבערגעבונג־ליניעס, דערביי זיינען אפ יעדער ליניע אוועקגעשטעלט דורכפירערס מיט א קווערשניט פון 95 ממ². דער ווידערשטאנד פון יעדער ליניע איז בא $50\,\Omega$.

באם איבערגעבן א שטראָם פון $280\,A$ דורך א דורכפירער מיט א ווידערשטאנד פון $50\,\Omega$ ווערט פארלאָרן אזא מעכטיקייט:

$$W = RI^2 = 50 \cdot 280^2 = 3\,920\,kW.$$

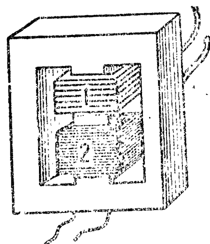
דאָס באטרעפט בא 12 $^0/_0$ פון דער איבערגעגעבענער מעכטיקײַט. דער פארלוסט 12 $^0/_0$ איז ניט זייער קיין גרויסער און רעכנט זיך פאר טעכניש פולקום דערלאָזבאר. אז מע זאָל נעמען גרעבערע דורכפירערס, קאָן מען פארקלענערן דעם פארלוסט פון דער מעכטיקייַט, וואָס ווערט איבערגעגעבן, אָבער דאָס פארגרעסערן דעם קווערשניט פונעם דורכפירער פארגרעסערט באדייַטנדיק דעם קאָסט פון דער ליניע גופא.

86. **טראנספּאָרמאטער.** אפאראטן, וואָס מיט זייער הילף ווערט פארוואנדלט וועקסל־שטראָם פון איין שפּאנונג אין וועקסל־שטראָם פון אן אנדער שפּאנונג, הייסן ט ר א נ ס פ אָ ר מ א ט ע ר ס.

א טעכנישער טראנספאָרמאטער (פיג. 134) באשטייט פון א געשלאָסן אײַזערן הערצל, אף וועלכן עס געפינען זיך צוויי שפולן (1 און 2) פון איזאָלירטן דראָט מיט א פארשיידענער צאָל וויקלונגען. דער וועקסל־שטראָם, וואָס גייט דורך דער שפול 1, מאגנעטיזירט איבער די גאנצע צײַט דאָס הערצל, און דעריבער באַקומט זיך אין דער שפול 2 וועקסל־שטראָם.

> אין וויפל מאָל די צאָל וויקלונגען אין דער שפול 2 פונעם טראנספאָרמאטער איז גרעסער פון דער צאָל וויקלונגען אין דער שפול 1, אין אזויפיל מאָל איז די שפּאנונג אף די קלעמען פון דער שפול 2 גרעסער, איידער אף די קלעמען פון דער שפול 1.

מיט דער הילף פון א טראנספאָרמאטער קאָן מען ניט בלויז העכערן די שפּאַנונג, נאָר אויך פארקלענערן זי. צוליב דעם דארף מען דעם שטראָם מיט דער גרעסערער שפּאנונג אײַנשליסן צו די קלעמען פון דער שפול מיט דער גרעסערער צאָל וויקלונגען. פון די קלעמען בא דער שפול 1 מיט דער קלענער צאָל וויקלונגען באקומט זיך אין דעם דאָזיקן פאל א שטראָם מיט א נידעריקערער שפּאנונג.



פיג. 134. טראנספאָרמאטער.

אין דער טעכניק נוצט מען א טראנספאָרמאטער סײַ אף פארקלענערן די שפּאנונג, סײַ אף העכערן זי, דערבײַ איז פעסטגעשטעלט, אז אויב עס זײַנען ניטאָ קיין פארלוסטן, איז די שטראָם־מעכטיקײַט, וואָס באקומט זיך פון דער צווייטיקער שפול פונעם טראנספאָרמאטער, גלײַך צו דער שטראָם־מעכטיקײַט, וואָס ווערט געשיקט אין דער ערשטיקער שפול. דאָס באטײַט: אויב מיר העכערן מיט דער הילף פון א טראנספאָרמאטער די שפּאנונג, פארקלענערן מיר פונקט אין אזויפיל מאָל די גרייס פונעם שטראָם.

דאָס וואָרט „טראנספאָרמאטער" באטײַט אין יידיש „איבערבילדער".

> א טראנספאָרמאטער דינט אף ענדערן די שפּאנונג און די גרייס פונעם שטראָם, ניט ענדערנדיק די מעכטיקײַט פונעם שטראָם.

**פראַגעס.**

263. וויאַזוי איז געבויט אַ טראַנספאָרמאַטער?

264. וויאַזוי שליסט מענ איינ אַ טראַנספאָרמאַטער, אויב מע וויל אימ נוצנ אַפּ צו העכערנ די שפּאַנונג?

265. צי קאָנ מענ מיט דער הילפ פונ אַ טראַנספאָרמאַטער פאַרקלענערנ די שפּאַנונג און וויאַזוי טוט מענ דאָס?

## 87. דער וועג פונעמ שטראָמ פונ דער סטאַנציע צומ געברויכער.

דער שטראָמ, וואָס די דינאַמאָמאַשינעס אַרבעטנ אויס אַפּ דער סטאַנציע, גייט אַריבער דורכ דורכפירערס אַפּ באַזונדערע גראָבע קופערנע פּרענטעס, וואָס זיינענ איינגעפעסטיקט אַפּ פאָרצעלייענע איזאָליאַטערס; די דאָזיקע פרענטעס הייסנ זאַמלשינעס (פיג. 135). זיי זאַמלענ אופּ דעמ שטראָמ פונ אַלע גענעראַטערס (1), וואָס זיינענ פאַראַנ אַפּ דער סטאַנציע, און גיבנ אימ איבער אַפּ העכערונג־טראַנספאָרמאַטערס (2). אַזויווי דער שטראָמ גייט אַריינ אינ די טראַנספאָרמאַטערס מיט אַ שפּאַנונג פונ 6 600 *V* און גייט אַרויס בײַ 115 000 *V*, איז זעלבסטפאַרשטענדלעכ, אַז דער אַריינפיר און דער אַרויספיר פונ די דורכפירערס זיינענ זייער זאָרגעוודיק איזאָלירט. פונעמ טראַנספאָרמאַטער גייט דער שטראָמ איבער ניטבאַדעקטע מיט איזאָליאַציע לופטדורכפירערס, וואָס זיינענ אופגעהאַנגענ אַפּ הויכע מאַסטנ אַפּ זאָרגעוודיק געמאַכטע פאָרצעלייענע איזאָליאַטערס. דער שטראָמ אינעמ געברויכ־צענטער קומט אַריינ אינ אַ פאַרנייערונג־סובסטאַנציע, ווו עס זיינענ איינגעשטעלט פאַל־טראַנספאָרמאַטערס (3), וואָס פאַרקלענערנ די שפּאַנונג ביז 6 600 *V*. ווייטער, אינ די ראַיאָנישע טראַנספאָרמאַטערס (4) פאַרקלענערט זיכ די שטראָמ־שפּאַנונג ביז 120 אָדער 220 *V*. דער דאָזיקער שטראָמ קומט אַריינ אינ די נעדדורכפירערס, פונ וועלכע עס גייענ אָפּצווייגנ צו די מעסט־זייגערס פונ די געברויכער.

פיג. 135. די סכעמע פונ אַ הויכוואָלטיקער ליניע אַפּ איבערצוגעבנ ענערגיע אַפּ אַ ווייטער שטרעקע.

1 — גענעראַטער; 2 — דער העכערונג־טראַנספאָרמאַטער אַפּ דער עלעקטרעסטאַנציע; 3 — אַ פאַל־טראַנספאָרמאַטער אינעמ צענטער פונ ענערגיע־געברויכ; 4 — פאַל־טראַנספאָרמאַטערס בײַ די שטראָמ־אופנעמערס.

**פראַגעס.**

266. צייכנט אָנ אַ סכעמע פונ דער ענערגיע־איבערגעבונג פונ דער עלעקטרישער סטאַנציע ביז צומ געברויכער.

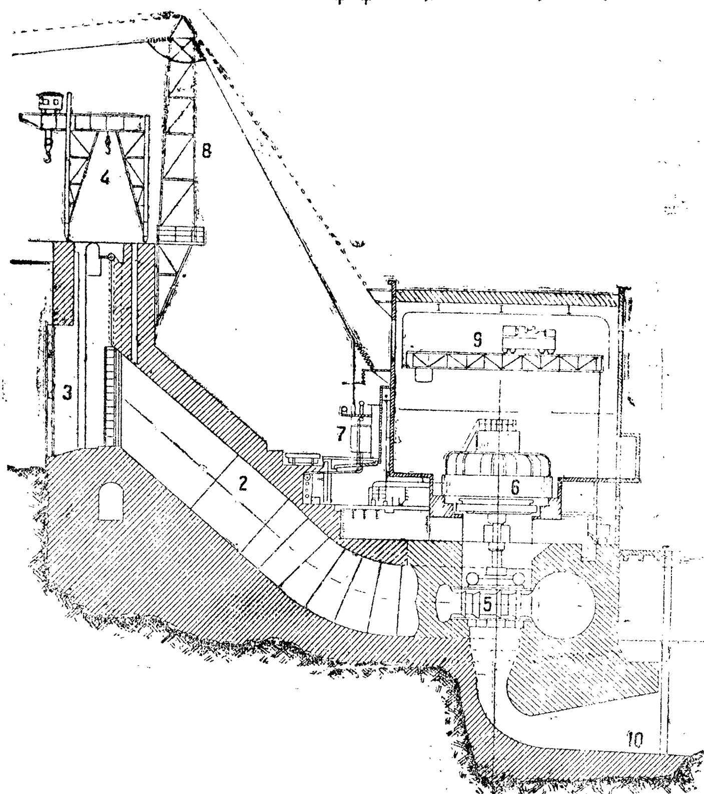
267. פאַרוואָס באַנוצט מענ זיכ מיט אַ שטראָמ פונ אַ געהעכערטער שפּאַנונג אַפילע בײַמ איבערגעבנ ענערגיע אַפּ אַ שטרעקע פונ דער פאַרנייערונג־סובסטאַנציע ביז דער ראַיאָנער?

## 88. דניעפּרישע הידראָעלעקטרישע סטאַנציע אַפּ לענינס נאָמענ.

די דניעפּרישע הידראָסטאַנציע, וואָס מע האָט אָנגעהויבנ בויענ אינ 1927 יאָר, האָט מענ געלאָזט אינ גאַנג דעמ 1 מיי 1932 יאָר. די הידראָסטאַנציע געפינט זיכ בײַ

דער שטאָט זאפּאָראָזשיע אינ צענטער פונ די אינדוסטריעלע ראיאָנענ: קריוואָראָגער ראיאָנ, וואָס איז רייַכ מיט אייַזנארצנ אונ מאנגאנארצנ, אונ דאָנעצער שטיינקויל-באסיינ.

די ענערגיע פונ דער דניעפּרישער סטאנציע איז באשטימט ניט בלויז צומ געברויכנ זי אפנ אָרט, נאָר אויכ אפ איבערגעבנ זי אינ די בייַליגנדיקע ראיאָנענ אפ א ראדיוס פונ 300 קמ. די דניעפּרישע סטאנציע פאראייניקט א גאנצנ אינדוסטריעלנ קאָמבינאט: די דניעפּרישע סטאנציע, זאפּאָראָזשער מעטאלורגישנ זאוואָד, וואָס לאָזט




פיג. 156 דניעפּרישע הידראָעלעקטרישע סטאנציע.

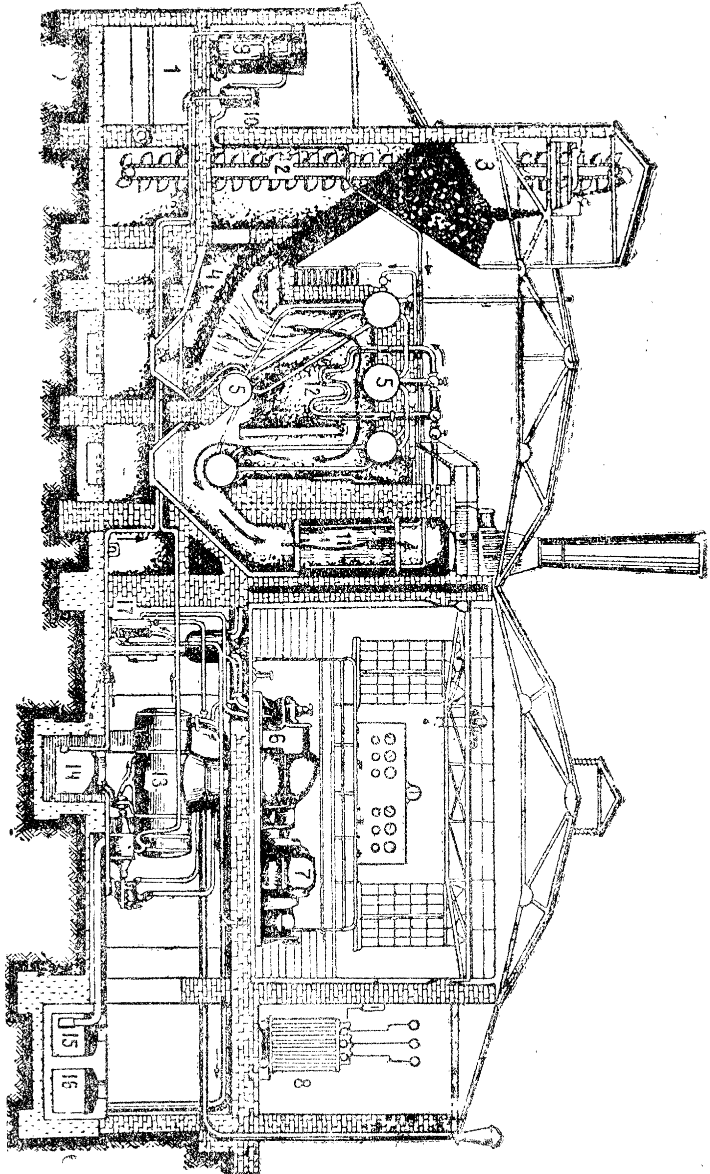
1 — הרעבליע; 2 — צופיר-טרויב; 3 — שילד, וואָס פארשטעלט דעמ צוטריט פונעמ וואסער צו דער צופיר-טרויב; 4 — הייב-קראנ אפ אופצוהייבנ די שילדנ; 5 — טורבינע; 6 — גענעראטער פונ וועקסל-שטראָמ, וואָס איז פאראייניקט מיט דער טורבינע; 7 — הע־כערונג-טראנספאָרמאטערס; 8 — מאסטנ פונ דער עלעקטרע-איבערגעבינג; 9 — בריק־קראנענ אפ אייַנשטעלנ די מאשינעס; 10 — אָפּפירנדיקע טרויב.

ארויס 1 מיליאָנ ט מעטאל א יאָר; עלעקטרעשטאָל — 200 טויזנט ט א יאָר; א זאוואָד פונ פעראָגעשמעלצנ מיט א פּראָדוקציע איבער 100 טויזנט ט; אליומיני זאוואָד אפ 20 טויזנט ט; כעמישע גרופּע זאוואָדנ.

די מעכטיקייַט פונ דער סטאנציע איז 810 000 פ.-ק. דער יאָריקער אָפּגעב פונ ענערגיע איז דורכשניטלעכ 3 000 000 000 קילאָוואט-שאָ.

די הרעבליע פון דער סטאנציע, וואָס האָט די לענג 760,5 מ, די הייך — 62 מ, איז איינע פון די גרעסטע הרעבליעס אין דער וועלט.

אין דער הידראָסטאנציע זײַנען אײַנגעשטעלט 9 פרענסיס טורבינעס; יעדערע האָט בײַ א׳וואסער־דרוק פון 37,5 מ די מעכטיקייט 90 000 פ.־ק., ווען די ריכטנדיקע טרויבן זײַנען ניט אינגאנצן אָפן. באַם פולן עפענען איז די מעכטיקייט פון יעדער



פיג. 137. סכעמע פון א טערמאָעלעקטרישער סטאנציע.

1 — דאָס דערלאנגען הייצווארג אפ דער סטאנציע; 2 — עלעוואטער אפ אופהייבן דאָס הייצווארג; 3—בונקער; 4 — הייצ־קאסטן; 5 — וואסערטרויב־קעסל; 6— דאמפ־טורבינע; 7 — גענעראטער; 8 —העכערנדיקער טראנספאָרמאטער; 9 — וואסער־ריייניקער; 10 — וואסער־זאמלער; 11 — עקאָנאָמײַזער אפ אָנווארעמען דאָס וואסער מיט די אָפגייענדיקע גאזן; 12 — דאמפ־איבער־ווארעמער; 13 — דאמפ־קאָנדענסאטער; 14 — א קאסטן פאר קאָנדענסאציע־וואסער; 15—וואסער צום אָפקילן דעם קאָנדענסאטער; 16—אָפפלוס פונעם ווארעמען וואסער; 17 — אייל־אָפקילער.

טורבינע 103 000 פ.־ק. לויט דער מעכטיקײַט איז יעדערע פון די דאָזיקע טורבינעס גלײַך צו דער מעכטיקײַט פון דער גאנצער וואָלכאָווער סטאנציע. מיט יעדער טור־בינע זײַנען דירעקט אף איין וואל פארייניקט א גענעראטער פון 62 000 $kW$ די מעכטיקײַט, מיט א שפאנונג פון 13 800 $V$. אין ערגעץ אין דער וועלט איז נישטאָ אזא הידראָסטאנציע, וואָס זאָל פארמאָגן א מעכטיקײַט פון יעדער גענעראטער פון 62 000 $kW$. אף וויפל עס זײַנען גראנדיעז די דאָזיקע גענעראטערס, קאָן מען זען פון פאָלגנדיקע אָנגאבן. דער זיך דרייענדיקער טייל פונעם גענע־ראטער—ר אָ ט אָ ר — וועגט איינעם ניט ווײניקער 438 ט. דער דיאַמעטער פונעם ראָטאָר איז 10,4 מ. דער אומבאוועגלעכער טייל פונעם גענעראטער — ס ט א ט אָ ר — האלט אין דיאַמעטער 12,6 מ, און זײַן הייך איבערן דיל איז 4,6 מ.

פינף פון די דאָזיקע גענעראטערס האָט מען געמאכט אף אמעריקאנער זאוואָדן, און פיר גענעראטערס האָט מען געמאכט אפן זאוואָד „עלעקטרעסילא" אין לענינ־גראד.

דער שטראָם, וואָס באקומט זיך פון די גענעראטערס, גייט אריין אין טראנס־פאָרמאטערס, וועלכע העכערן די שפאנונג ביז 154 000 $V$.

קעדיי איבערצוגעבן ענערגיע אין די ראיאָנען, בויען זיך נײַע ליניעס פון עלעקטרע־איבערגעבונגען. זייער אלגעמיינע לענג איז בא 1 000 קמ.

די ענערגיע פון דער דניעפרישער הידראָסטאנציע קאָסט בא 0,6 קאָפּ. פאר 1 קווט.־שאָ, ד. ה. זי איז זייער א ביליקע ניט בלויז אין פארגלײַך מיט אנדערע סטאנציעס פון פארבאנד, נאָר אויך מיט די אויסלענדישע.

די עלעקטרישע סיסטעם פון דער דניעפרישער סטאנציע איז די גרעסטע אין דער וועלט. די מעכטיקײַט פון דער סאמע גרעסטער סטאנציע אפן ניאגארער וואסערפאל באטרעפט 425 000 פ.־ק. די דניעפרישע סטאנציע אָבער קאָן אנטוויקלען א מעכטי־קײַט ביז 850 000 פ.־ק.

## אויפגאבעס און געניטונגען.

268. אויסרעכענען דעם פארלוסט פון דער שטראָם־מעכטיקײַט אין א קופערנעם דורכפירער פון 5 קמ די לענג און 100 ממ² איינעם שניט. דורכן דורכפירער גייט א שטראָם פון 100 אמפער פאר א מאָטאָר. די שפאנונג אף די עקן פונעם דורכפירער איז 500 וואָלט.

269. וויפל וויקלונגען דארף האָבן די צווייטיקע ארומוויקלונג פונעם פאל־טראנספאָרמאטער, וואָס זײַן ערשטיקע ארומוויקלונג האָט 1200 וויקלונגען, אויב די שפאנונג דארף פאלן פון 120 וואָלט ביז 4 וואָלט?

270. די ערשטיקע ארומוויקלונג פון א טראנספאָרמאטער, וואָס איז אײַנגעשלאָסן אין א נעץ פון 110 וואָלט, האָט 550 וויקלונגען. וואָס פאר א צאָל וויקלונגען דארף האָבן די צווייטיקע ארומוויקלונג, אויב עס איז נייטיק צו באקומען 440 וואָלט?

271. די שפולן פון א טראנספאָרמאטער האָבן: די ערשטיקע — 1200 וויקלונגען, די צווייטיקע — 6 000 וויקלונגען. וואָס פאר שפאנונג וועלן מיר באקומען אף די קלעמען פון דער צווייטיקער ארומוויקלונג, אויב אף די קלעמען פון דער ערשטיקער ארומוויקלונג האָט מען א שפאנונג פון 80 וואָלט?

272. וואָס פאר א שפאנונג דארף זײַן, קעדיי איבערצוגעבן א מעכטיקײַט פון 1 000 קילאָוואט מיט א שטראָם פון 100 אמפער?

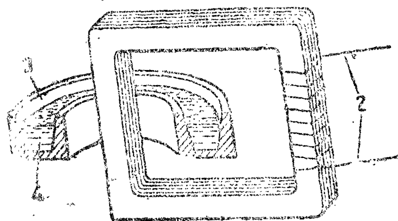
273. באם איבערגעבן עלעקטרישע ענערגיע אף א גרויסער שטרעקע איז שפּאָרעוודיקער צו באנוצן זיך מיט א שטראָם פון הויכער שפאנונג. דערקלערט פארוואָס.

274. די ערשטיקע ארומוויקלונג פון א טראנספאָרמאטער האָט 500 וויקלונגען; די צווייטיקע — 5 000. די שפאנונג אף דער ערשטיקער ארומוויקלונג איז 220 וואָלט. ווי גרויס וועט זײַן די שפאנונג פון דער

צווייטיקער? ווי גרויס וועט זײַן דער שטראָם אין דער ערשטיקער און צווייטיקער ארומוויקלונג פונעם טראנספאָרמאטער, אויב מע זאָל דורכ דער ליניע איבערגעבנ ענערגיע מיט א מעכטיקײַט פונ 11 קילאָוואט?

275. אויב אינ דער פאַבריקער אופגאבע דארפ די שפאנונג פאלנ אפ א באזונדער טייל פונ דער ליניע ביז 110 וואָלט, איז וואָס פאר א פארהעלטעניש דארפ זײַנ צווישנ דער צאָל וויקלונגענ פונ דער ערשטי-קער און צווייטיקער ארומוויקלונג פונעם טראנספאָרמאטער? פונ וואָס וועט איצט זײַנ אָפּהענגיק די גרייס פונעם שטראָם אינ דער צווייטיקער ארומוויקלונג פונעם טראנספאָרמאטער?

276. די שאטורער סטאנציע, וואָס געפינט זיכ אפ א שטרעקע פונ 130 קמ פונ מאָסקווע, גיט קיינ מאָסקווע עלעקטרישנ שטראָם מיט א מעכטיקײַט פונ 48 טויזנט קילאָוואט. ווי גרויס דארפ זײַנ דער שטראָם, קעדיי איבערצוגעבנ די דאָזיקע מעכטיקײַט בא א שפאנונג פינ 110 וואָלט און פונ 115000 וואָלט.



פיג. 138.

277. אפ דער פיג. 138 איז געוויזנ אנ עלעקטרעשמעלצ-אויוונ, וואָס שטעלט מיט זיכ פאָר א טראנספאָרמאטער, אינ וועלכנ די ערשטיקע ארומוויקלונג 2 באשטייט פונ א סאכ דורכפירערס—וויקלונגענ. אָנשטאָט דער צווייטיקער וויק-לונג איז אפגנ הערצל פונ טראנספאָרמאטער 1 אָנגע-טאָנ א רינגארטיקער טיגל 4 מיט מעטאל 3. בײַטנ דורכ-לאָזנ דעמ שטראָם דורכ דער ערשטיקער שפיל דערגרייכט די גרייס פונעמ שטראָם, וואָס עס באקומט זיכ אינ טיגל, א ריזיקע גרייס. די וואַרעמקײַט, וואָס דער דאָזיקער שטראָם אנטוויקלט, צעשמעלצט דעמ מעטאל.

1) רעכנט אויס, וואָס פאר א סכומ וואַרעמקײַט בא-קומט דער מעטאל יעדער סעקונדע, אויב אינ דער ערשטיקער ארומוויקלונג פירט מענ צו א שטראָם מיט א מעכטיקײַט פונ 100 קילאָוואט, און דער קאָעפיציענט פונ נוצלעכער ארבעט פונ דער גאנצער אײַנריכ-טונג איז 80%.

2) רעכנט אויס די גרייס פונעמ שטראָם, וואָס גייט דורכ דער צווייטיקער ארומוויקלונג, אויב די צאָל וויקלונגענ פונ דער ערשטיקער ארומוויקלונג איז 500, און די שפאנונג, וואָס איז צוגעפירט צו איר, איז 2000 וואָלט.

3) פאר וויפל צײַט קאָנ מענ אינ אזא אויוונ צעשמעלצנ 100 קג שטאָל, וואָס איז גענומענ בא א טעמפעראטור פונ 20°, אויב דער פארלוסט אפ אויסשטראַלונג איז 10%?

קאפיטל IX.

# ראדיאָ־טעכניק.

**89. עלעקטרישע וואקלונגען.** די איינפאַכסטע פאָרם פון עלעקטרישע וואקלונגען איז וועקסל־שטראָם.

באַם דרייען א געשלאָסענע שפּול אין א מאגנעט־פעלד באקומט זיך אין דער שפּול וועקסל־שטראָם.

די צייַט, אין פארלויף פון וועלכער די שפּול מאכט איין אומדריי, הייסט **פּעריאָד**. די צאָל פעריאָדן אין א סעקונדע הייסט **אָפטקייַט**.

אָפּהענגיק פון דעם, וויאַזוי עס איז געבויט דער גענעראַטער פון וועקסל־שטראָם, פון דער צאָל פּאָליוסן זייַנע, פון דער צאָל אומדרייען פונעם אנקער באקומט זיך א פארשיידענע אָפטקייַט פונעם וועקסל־שטראָם. די אָפטקייַט פונעם וועקסל־שטראָם אין דער באַלייַכטונג־קייט איז מערסטנס 50 פעריאָדן אין א סעקונדע. דאָס הייסט, אז 50 מאָל אין א סעקונדע דערגרייכט דער שטראָם דעם מאקסימאלן באטרעף אין איין ריכטונג, 50 מאָל — אין דער אנדערער ריכטונג, און 100 מאָל איז דער שטראָם אין דער קייט גלייַך צו 0. וועקסל־שטראָמען פון אסאך א גרעסערער אָפטקייַט אנטשטייען אין דער טעלעפאָן־נעץ באַם ריידן דורכן טעלעפאָן, אדאנק די וואקלונגען פון דער מיקראָפאָן־מעמבראַנע.

אין דער ראדיאָ־טעכניק ווערן אָנגעווענדעט וואקלונגען, וואָס זייער אָפטקייַט איז אסאך טויזנטער מאָל אין א סעקונדע. די אָפטקייַט פון די וואקלונגען מעסט מען אויס מיט **הערצן**. די אָפטקייַט פון איין הערץ איז איין וואקלונג אין א סעקונדע.

**פראגעס.**

278. וואָס הייסט פעריאָד?

279. וואָס איז אזוינס אָפטקייַט פון וועקסל־שטראָם?

280. דער וואקלונג־פעריאָד פון וועקסל־שטראָם איז 0,01 סעק. ווי גרויס איז די אָפטקייַט פון דער וואקלונג?

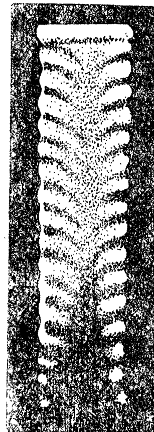
**90. וואקל־אויסלאָד.** אויב מע זאָל א טעכנישן פאפירענעם קאָנדענסאַטער גלאָדן, אייַנשליסנדיק אים אף א מאָמענט אין דער קייט פון א באטארייע פון גלייַך־שטראָם, באקומען מיר באַם שליסן דעם קאָנדענסאַטער מיט א שטיקל דראָט אַן אויסלאָד, וואָס ווערט באגלייט מיט א פונק. אינעם מאָמענט פון אויסלאָד גייט דורכן דראָט א שטראָם.

מע קאָן מאכן ניט קיין גרויסע ספּיראַל פון איזאָלירטן קופּערנעם דראָט, אַרייַנלייגן אין דער דאָזיקער ספּיראַל א שטיקל שטאָלן שפּיזל און אויסלאָדן דעם אָנגעלאָדענעם קאָנדענסאטער דורך דער דאָזיקער ספּיראַל. נאָכן אויסלאָדן ווייַזט זיך אַרויס, אַז דאָס שפּיזל איז אָנגעמאַגנעטיזירט. הייסט עס, אַז איבער דער ספּיראַל איז געגאַנגען א שטראָם. אזוינע רעזולטאטן באקומען זיך אויך באַם אויסלאָדן א ליידענער סלוי.

מע האָט שוין אָבער לאַנג באַמערקט, אַז באַם אויסלאָדן א ליידענער סלוי באַקומט זיך ניט איין פונק, נאָר א גאַנצע ריי באַזונדערע פונקען, וואָס קומען אוף שנעל איינער נאָך דעם אַנדערן (פיג. 139). בא איינע און די זעלביקע צייכנס פון דעם אָנפאַנגלעכן אָנלאָד אף די באַדעקונגען פונעם קאָנדענסאטער באַקומט זיך די אָנמאַגנעטיזירונג פון דעם שפּיזל אמאָל איינע, און אַן אַנדערשמאָל — א קעגנזעצלעכע. הייסט עס, אַז:

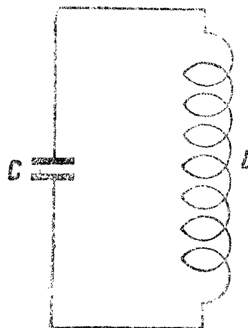
> דער אויסלאָד פון א קאָנדענסאטער דורך א דראָט איז ניט קיין באַוועגונג פון עלעקטרע אין איין ריכטונג, נאָר ער שטעלט מיט זיך פאָר א שנעלן וועקסל־שטראָם.

א קייט, וואָס באַשטייט פון א שפּול און א קאָנדענסאטער (פיג. 140), הייסט אין ראַדיאָטעכניק וואַקל־קאָנטור.



פיג. 139. א פאָטאָגראַפיע פונעם פונק באַם אויסלאָדן א ליידענער סלוי אף א באַוועגלעכער פאָטאָ־פּלאַסטינקע. די פּלאַסטינקע האָט זיך באַוועגט פון־נונטן אַרוף. דער פונק איז א האָריזאָנטאַלער. אף דער פאָטאָגראַפיע זעט מען, אַז דער פונק הייבט זיך אָן אָט פון רעכטס, אין אָט פון לינקס. פונונטן ווערן די פונקען איינגעשטילט.

דער דויער פון איין וואַקלונג איז אַלץ גרעסער, וואָס גרעסער עס איז די אופנעמיקייט פונעם קאָנדענסאטער. כוץ דעם ווענדט ער זיך אָן דער פאָרם, לענג און צאָל וויקלונגען פון דער שפּול. אין יעדער וואַקל־קאָנטור האָבן די עלעקטרישע וואַקלונגען א באַשטימטן דויער. אייַנשליסנדיק אינעם וואַקל־קאָנטור א קאָנדענסאטער פון פאַרענגערלעכער אופנעמיקייט, קאָן מען, איבערוקנדיק זייַנע באַוועגלעכע פּלאַסטינקעס, ענדערן דעם דויער פון די וואַקלונגען, אָדער ווי מע זאָגט עס, אָנשטעלן דעם קאָנטור.




פיג. 140. וואַקל־קאָנטור. $C$—קאָנדענסאטער; $L$—דראָט־שפּול.

## 91. עלעקטרעמאַגנעטישע כוואַליעס.

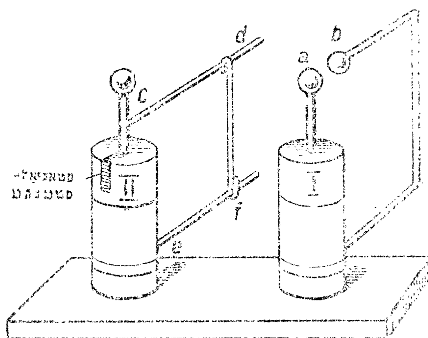
לאָמיר אוועקשטעלן איינעם לעבן דעם אַנדערן צוויי אַלצייגע ליידענער סלויען (פיג. 141).

צו דער אויסנווייניקסטער באַדעקונג פון איינעם ($I$) איז פאַרייניקט א דראָטענער שלייף, וואָס פאַרענדיקט זיך מיטן קייַלעכל $b$, וואָס געפינט זיך אף א קליינעם אָפּשטאַנד פונעם קייַלעכל $a$, וואָס איז פאַרייניקט מיט דער אינעווייניקסטער באַדעקונג. צו די באַדעקונגען פון דעם צווייטן ליידענער סלוי ($II$) זייַנען פאַרייניקט גראָדע דראָטן $cd$ און $ef$. איבער די דראָטן קאָן מען איבערוקן א דריטן דראָט $fd$

ענדערנדיק מיט־דעם די לענג פונעם שלייף, וואָס עס בילדן די דאָזיקע דראָטן און די באדעקונגען פונעם סלוי.

בא א געוויסער לענג פונעם קרײַז, ווי עס איז אָנגעוויזן אויפן בילד, טרעפט, אַז ווען מען לאָזט אַ פונק דורכן שפּאַלט צווישן די קנעפּלעך $a$ און $b$ א פונק. איבערוקנדיק דעם דראָט $fd$, קאָן מען זיך דערשלאָגן, אַז באַם אויסלאָדן דעם לײדענער סלוי $I$ וועט זיך באַווײַזן א פונק צווישן דער מעטאַניאָל־סטענגע, וואָס איז צוגעפּעסטיקט צו דער אינערלעכער באַדעקונג פון דעם סלוי $II$, און צו זײַן אויסנווייניקסטער באַדעקונג.

די וואַקלונגען, וואָס קומען פאָר אין איין עלעקטרישער קייט, רופן ארויס אַנטשפּרעכיקע וואַקלונגען אין דער צווייטער.



פיג. 141. רעזאָנאַנס פון עלעקטרישע וואַקלונגען.

א שטיין, וואָס איז אַרײַנגעפאַלן אין וואַסער, רופט ארויס כוואַליעס אף דער רויִקער אויבערפלאַך פון דער סאַזשלקע. די כוואַליעס, וואָס פאַרשפּרייטן זיך פון־נעם אָרט, ווו עס איז געפאַלן דער שטיין, קאָנען דערגיין ביזן אָטשערעט, וואָס וואַקסט אין וואַסער, און ארויסרופן אין אים וואַקלונגען.

די וואַקלונגען פון א קלינגענדיקן קאַמערטאָן רופן ארויס כוואַליעס, וועלכע פאַרשפּרייטן זיך אין דער לופט. די דאָזיקע כוואַליעס, דערגייענדיק ביז א צווייטן קאַמערטאָן, צווינגען אים זיך וואַקלען, און מיר וועלן דערהערן א קלאַנג פונעם צווייטן קאַמערטאָן אויך.

די דאָזיקע דערשײַנונג קומט פאָר בלויז אין דעם פאַל, אויב ביידע קאַמערטאָנען זײַנען אָנגעשטעלט אף איינער און דער זעלביקער אָפטקײַט פון וואַקלונגען. די דערשײַנונג, ווען וואַקלונגען פון איין קערפּער רופן ארויס פונקט אזעלכע וואַקלונגען פון א צווייטן קערפּער, הייסט רעזאָנאַנס.

דער עקספּערימענט מיט די אָנגעשטעלטע לײדענער סלויען דערווײַזט, אַז עלעקטרישע וואַקלונגען שאַפן אין דער אַרומיקער סוויווע כוואַליעס. פאַרשפּרייטנדיק זיך אינעם רוים, קאָנען זיי ארויסרופן אַנטשפּרעכיקע וואַקלונגען אויך אין א צווייטער קייט. די אַמפּליטודע פון די געשאַפענע כוואַליעס וועט זײַן די גרעסטע, אויב די אייגענע וואַקלונגען פון ביידע קייטן זײַנען אָנגעשטעלט אין רעזאָנאַנס.

עלעקטרישע וואַקלונגען ווערן איבערגעגעבן ניט דורך דער לופט, אַזוי ווי קלאַנג־כוואַליעס נאָר דורך א ספּעציעלן מין מאַטעריע, וואָס פילט אָן דעם גאַנצן וועלט־רוים. די דאָזיקע פאָרם פון מאַטעריע הייסט עטער.

### פראַגעס.

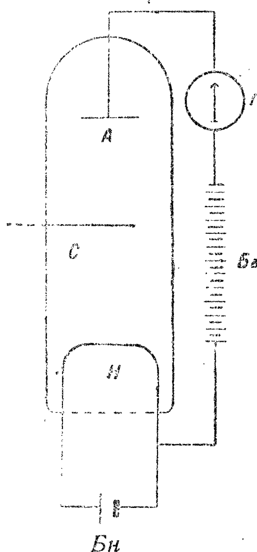
281. וואָסערע עקספּערימענטן דערווײַזן, אַז דער אויסלאָד פון א קאָנדענסאַטאָר איז א שנעלער וועקסל־שטראָם?

282. וואָס איז אַזוינס רעזאָנאַנס?

283. צוליב וואָס דאַרף מען איבערוקן דעם דראָט $fd$, כדי אינעם סלוי $II$ זאָל זיך באַקומען א פונק?

**92. קאַטאָד־לאָמפּ.** א קאַטאָד־לאָמפּ, וואָס ווערט אָנגעווענדעט אינ דער ראַדיאָ־טעכניק איז סכעמאַטיש געוויזנ אָפּ דער פיג. 142.

אינ א גלעזערנעמ טריַבל, פונ וועלכנ עס איז אויסגעפּאָמפּעט די לופט, איז אריַנגעלייגט א דורכפירער $H$ (א לעמפל־פעדעמל), וואָס ווערט אָנגעגליט באַמ דורכלאָזנ שטראָמ פונ דער אָנגלי־באַטאַרייע ($Бн$). אָפּ א געוויסנ אָפּשטאַנד פונ דעמ פעדעמל געפינט זיכ דער דורכפירער $A$, וואָס איז פונ אימ איזאָלירט. עקספּערימענטנ באַוויַזנ, אַז אויב מע זאָל פאַרביַנדנ דעמ דורכפירער $A$ מיטנ פּאָזיטיוונ פּאָליוס פונ דער באַטאַרייע $Ба$ אונ אָנגליִענ דאָס לעמפל־פעדעמל, וועט איבער דער קייט $A—Г—Ба—H$ גייג שטראָמ, ניט געקוקט אָפּ דעמ, וואָס צווישנ $H$ אונ $A$ געפינט זיכ א צעשיטערטער רוימ. פאַרקערט, אויב מע זאָל אופהערנ אָנצוגליִענ דאָס פעדעמל אָדער פאַרביַנדנ $A$ מיטנ נעגאַטיוונ פּאָליוס פונ דער באַטאַרייע $Ба$, וועט אינ דער קייט פונ גאַלוואַנאָמעטער קיינ שטראָמ ניט גייג.



פיג. 142. די סכעמע פונ א קאַטאָד־לאָמפּ.

די דאָזיקע דערשיַנונג דערקלערט זיכ אָפּ אַזא אופנ: **באַ הויכע טעמפּעראַטורנ פאַרמאָגנ מעטאַלנ די אייגנשאַפט ארויסצולאָזנ פונ זיכ עלעקטראָנענ.**

די עלעקטראָנענ, וואָס זיַנענ ארויסגעפלויגנ פונ דעמ אָנגעגליטנ פעדעמל, באַוועגנ זיכ צומ פּאָזיטיוו אָנגעלאָדענעמ דורכפירער $A$ אונ שאַפנ שטראָמ אינ דער קייט פונ גאַלוואַנאָמעטער. ווי נאָר מע גיט דער פּלאַסטינקע $A$ א נעגאַטיוונ אָנלאָד, אָדער מע לאָדט אָנ נעגאַטיוו דאָס נעצל $C$, וואָס געפינט זיכ צווישנ $A$ אונ $H$, אַזוי ווערט אָפּגעשטעלט די באַוועגונג פונ די עלעקטראָנענ: די נעגאַטיווע אָנלאָדנ אינ דעמ נעצל $C$ שטויסנ אָפּ די עלעקטראָנענ צוריק צומ פעדעמל. די פּאָזיטיווע אָנלאָדנ אפנ נעצל פאַרשטאַרקנ דעמ שטראָמ אינ דער קייט פונעמ גאַלוואַנאָמעטער.

דער דורכפירער $A$, וואָס איז פאַרביַניקט מיטנ פּאָזיטיוונ פּאָליוס פונ דער באַטאַרייע, הייסט **אַנאָד**; דאָס אָנגעגליטע פעדעמל — **קאַטאָד**; די קייט $A—Г—Ба—H$: **די אַנאָד־קייט**. יעדער ענדערונג פונ דעמ אָנלאָד אפנ נעצל $C$ ענדערט די גרייס פונעמ שטראָמ אינ דער אַנאָד־קייט.

נעגאַטיווע אָנלאָדנ אפנ נעצל ריַסנ איבער דעמ אַנאָד־שטראָמ.

פראַגעס.

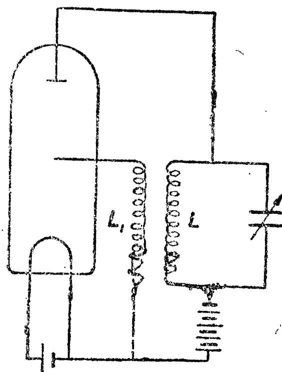
284. פאַרוואָס איז ניטאָ קיינ שטראָמ אינ דער אַנאָד־קייט באַ א קאַלט פעדעמל?

285. וויַאַזוי קאָנ מענ ארויסרופנ אַנ ענדערונג פונעמ שטראָמ אינ דער אַנאָד־קייט פונ א קאַטאָד־לאָמפּ?

**93. לאָמפּ־גענעראַטער.** אַז מע שליסט איַנ אינ דער אַנאָד־קייט א וואַקל־קאָנטור $LC$, (פיג. 143) איז באַמ אָנגליִענ דאָס פעדעמל גייט אינ דער אַנאָד־קייט א שטראָמ, אונ איבער דעמ אַנטשטייט אינעמ וואַקל־קאָנטור א וואַקלונג. אויב מיר וועלנ ניט אונטערהאַלטנ די וואַקלונגענ, וועלנ זיי גיכ אופהערנ, אונ דורכ דער אַנאָד־קייט וועט גייג א גליַכ־שטראָמ.

קעדיי די וואַקלונגען זאָלן ניט אופהערן, זאָלן „ניט אויסגעלאָשן ווערן", פאַריי־ניקט מען דאָס נעצל פון דעם קאַטאָד־לאָמפּ מיט דער שפול $L_1$, אַפ וועלכער עס ווירקט אינדוקטיוו די שפול $L$. די וואַקלונג אין דער שפול $L$ רופט אַרויס אַ וואַק־לונג אין דער שפול $L_1$, און אַדאַנק דעם ווערט דאָס נעצל אָנגעלאָדן דאָ פּאָזיטיוו, דאָ נעגאַטיוו. די ענדערונג פון דעם אָנלאָד באַ דעם נעצל רופט אַרויס אַ וואַקלונג פון דעם שטראָם אין דער אַנאָד־קייט; איבער דעם ווערן די וואַקלונגען אינעם קאָנ־טור $LC$ ניט אויסגעלאָשן.

די אָפטקייט פון די וואַקלונגען פון דעם דאָזיקן קאַטאָד־גענעראַטער קאָן מען מאַכן פון וואָס פאַר אַ גרייס מע וויל, דורך צוקלייַבן אַנטשפּרעכיק דעם וואַקל־קאָנטור. ראַדיאָ־סטאַנציעס שיקן עלעקטרעמאַגנעטישע כוואַליעס פון אַ הויכער אָפטקייט. די אָפטקייט פון די וואַקלונגען אין דער סטאַנציע אַפן נאָמען פון קאָמינ־טערן איז ביז 200 000 אין אַ סעקונדע. די אָפטקייט פון די וואַקלונגען אַפ דער סטאַלין־סטאַנציע איז 700 000.



פיג. 143. אַ סכעמע אַפ באַקומען ניט אויסלעשנדיקע וואַקלונגען.

זייער אָפט באַצייכנט מען די וואַקלונגען „מיט דער לענג פון דער כוואַליע". די לענג פון דער כוואַליע הייסט דער אָפּשטאַנד, אַפ וועלכן עס פאַרשפּרייטן זיך די וואַקלונגען פאַר איין פּעריאָד. די גיכקייט, מיט וועל־כער עס פאַרשפּרייטן זיך עלעקטרעמאַגנעטישע כוואַליעס, איז גלייַך צו דער גיכקייט פון שייַן — 300 000 קמ אין אַ סעקונדע.

זאָל זייַן, אַז די אָפטקייט פון די וואַקלונגען איז 200 000, דאָס הייסט, אַז אין אַ סעקונדע קומט פאָר 200 000 וואַקלונגען. פאַר אַ סעקונדע פאַרשפּרייטן זיך די וואַקלונגען אַפ 300 000 קמ. הייסט דאָס, פאַר 1 פּעריאָד האָבן זיך די וואַקלונגען פאַר־שפּרייט אַפ $\frac{300\,000000}{200\,000}$, ד. ה. אַפ 1500 מ. די לענג פון דער כוואַליע איז גלייַך צו 1 500 מ.

| |
|---|
| קעדיי צו געפינען די לענג פון דער כוואַליע, דאַרף מען די גיכקייט פון דער וואַקלונג־פאַרשפּרייטונג צעטיילן אַפ דער אָפטקייט. |

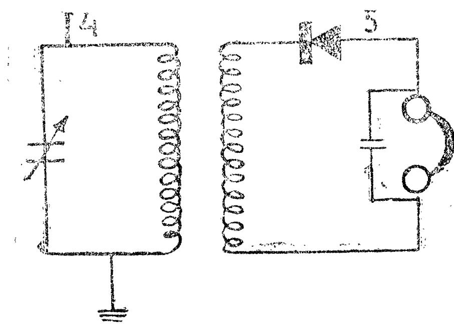
## 94. דער פּרינציפּ פון ראַדיאָ־איבערגעבונג.

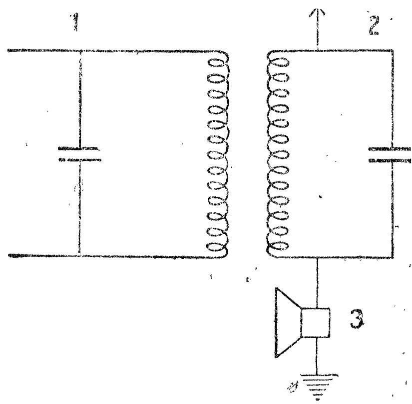
דער פּרינציפּ פון ראַדיאָ־איבערגעבונג באַשטייט אין פאָלגנדיקס: די עלעקטרעמאַגנעטישע כוואַליעס, וואָס פאַר־שפּרייטן זיך אין רוים, באַגעגענענדיק זיך מיט אַוועלכן עס איז דורכפירער, רופן אין אים אַרויס וואַקלונגען פון הויכער אָפטקייט. אויב די אייגענע עלעקטרישע וואַקלונגען פון דעם אופנעמענדיקן דורכפירער האָבן די זעלביקע אָפטקייט, ווי די אָנקומענדיקע, וועלן מיר באַקומען אַ ר ע ז אָ נ אַ נ ס, דאָס הייסט די גרייס פון די וואַקלונגען אין דעם אופנעמענדיקן דורכפירער וועט זייַן די מאַקסימאַלע.

קעדיי די איבערגעבנדיקע סטאַנציע זאָל קאָנען אויסשטראַלן, און די אופנעמענ־דיקע זאָל קאָנען אופנעמען כוואַליעס פון אַ באַשטימטער אָפטקייט, דאַרפן סייַ אַפ

דער, סײַ אף יענער זײַנ קייטנ, וואָס לאָזנ זיך אָנשטעלנ (אָנשטימענ): אנ אויס־שטראלנדיקער וואקל־קאָנטור אף דער איבערגעבנדיקער סטאנ־ציע און א וואקל־קאָנטור, וואָס לאָזט זיך אָנשטעלנ, אף דער אופּ־נעמענדיקער סטאנציע.

אף דער איבערגעבנדיקער סטאנציע דאַרפ זײַנ אנ אפּאראט, וואָס רופט ארויס עלעקטרישע וואקלונגענ — א קאטאָד־גענעראטער, אונ אף דער אופנעמענדיקער סטאנציע — די אָדער יענע אפּאראטנ, וואָס ווײַזנ, אז אינ דעם אופנעמענדיקנ קאָנטור זײַנענ פאראנ וואקלונגענ.



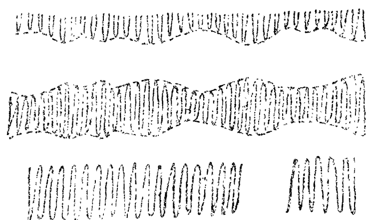




פיג. 144. סכעמע פונ אנ איבערגעבנדיקער סטאנציע.

פיג. 145. סכעמע פונ אנ אופנעמענדיקער סטאנציע.

אף אויסשטראלנ אונ אף אופנעמענ אָנקומענדיקע כוואליעס מאכט מענ אנטענעס — הויכ אוועקגעשטעלטע דורכפירערס. אנ אנטענע ווערט באצייכנט אינ סכעמעס מיטנ צייכנ ↑.

95. סכעמע פונ אנ איבערגעבנדיקער סטאנציע. די סכעמע פונ דער איבערגעבנדיקער סטאנציע איז געוויזנ אף דער פיג. 144; זי באשטייט פונ א וואקל־קאָנטור (1), וועלכער איז פאראייניקט מיט א קאטאָד־גענעראטער, אונ פונ אנ אנטענע־קאָנטור (2), וואָס איז אינדוקטיוו־פארבונדנ מיטנ וואקל־קאָנטור. אינ דעם אנטענע־קאָנטור איז אײַנגעשלאָסנ די אנטענע, די ערד [1] אונ אויכ א מיקראָפאָנ (3).



פיג. 146. וואקל־גראפיקעס. מיט א פונקטיר זײַנענ באצייכנט די וואקלונגענ פונ דער מעמבראנע פונ א מיקראָפאָנ אונ טעלעפאָנ [2].

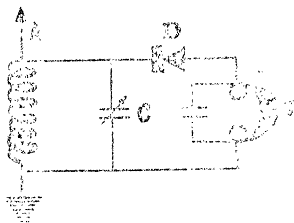
די וואקלונגענ אינעם קאָנטור (1) רופנ ארויס פונקט אזעלכע וואקלונגענ אינ דעם קאָנטור (2). אינ רעזולטאט פונ די וואקלונגענ אינעם קאָנטור (2) ענדערט זיך לעבנ דער אנטענע דאָס עלעקטרישע אונ מאגנעטישע פעלד; וואָס רופט ארויס עלעקטראמאגנעטישע כוואליעס, וועלכע פארשפרייטנ זיך אינ אלע זײַטנ.

---

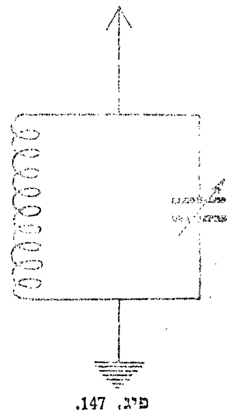
[1] די ערד באצייכנט מענ אינ סכעמע מיטנ צייכנ 

[2] אף דער דאָזיקער פיג. איז אף דער האָריזאָנטאלער ליניע אָפּגעלייגט די צײַט, אונ אף דער ווער־טיקאלער — די גרייס פונעמ שטראָמ אינ דעם קאָנטור.

די עלעקטראמאגנעטישע כוואַליעס, דערגרייכנדיק צו דער אַנטענע פונעמ אופּ־נעמער (פיג. 145), רופנ ארויס א וואַקלונג אינ דעמ אַנטענע־קאָנטור פונעמ אופנע־מער (4) אונ פונעמ דעטעקטער־קאָנטור (5), וואָס איז מיט אימ פארבונדנ. כדיי די וואַקלונגענ פונ איינ קאָנטור זאָלנ קאָנענ ארויסרופנ וואַקלונגענ אינ אַנדערע קאָנ־טורנ מיט א גרעסערער אמפּליטודע, דאַרפנ אַלע קאָנטורנ זײַנ אָנגעשטימט אַז איינ אונ דער זעלבער אָפטקײַט.

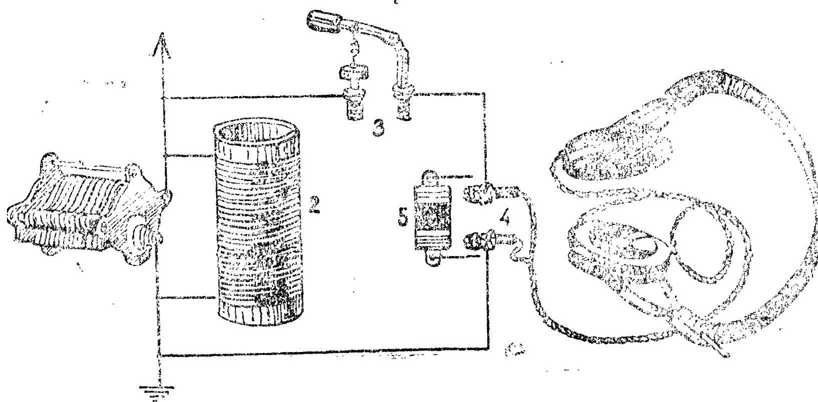


פיג. 148. א סכעמע פונ א דעטעקטער־אופנעמער.


פיג. 147.

די וואַקלונגענ, וואָס ווערנ ארויסגערופנ דורכ דעמ קאַטאָד־גענעראַטער, קאָנ מענ גראַפיש באַצייכע־נענ דורכ דער פיג. 146 *c*. דאָ זעענ מיר, אַז די וואַקלונגענ האָבנ א ניטפאַרענדערלעכע אָפטקײַט אונ אַמפּליטודע (размах).

ווי נאָר מע הייבט אָנ ריידנ באַמ מיקראָפאָנ, אַזוי הייבט אָנ זײַנ מעמבראַנע זיכ צו וואַקלענ אונ ענדערנ דעמ ווידער־שטאַנד פונעמ מיקראָפאָנ. איבער דעמ געענדערטנ ווידערשטאַנד פונעמ מיקראָפאָנ ענדערט זיכ אויכ די אַמפּליטודע פונ די וואַקלונגענ אינעמ אַנטענע־קאָנטור (פיג. 146 *b*). די אָפטקײַט, מיט וועלכער עס ענדערט זיכ די אַמפּליטודע פונ די



פיג. 149. דעטעקטער־אופנעמער.
1 — פאַרענדערלעכער קאָנדענסאַטער; 2 — שפּול; 3 — דעטעקטער; 4 — טעלעפאָנ; 5 — א גלימער־קאָנדענסאַטער.

עלעקטרישע וואַקלונגענ אינעמ קאָנטור, איז גלײַכ צו דער אָפטקײַט פונ די קלאַנגענ־וואַקלונגענ פונ דער מעמבראַנע (די אָפטקײַט פונ די עלעקטרישע וואַקלונגענ בלײַבט ניט געענדערט).

די אַנטענע פונ דער איבערגעבנדיקער סטאַנציע וועט שיקנ אינ רוימ וואַקלונגענ,

וואָס זייער אַמפּליטודע וואַקלט זיך מיט דער זעלבער אָפּטקייט, ווי די מעמבראַנע פֿון מיקראָפֿאָן.

פּונקט אַזוי וועט זיך ענדערן די אַמפּליטודע פֿון די וואַקלונגען אין דער אַנטענע פֿון דער אויפֿנעמענדיקער סטאַנציע. אַדאַנק דעם וועט זיך די גרייס פֿונעם שטראָם אין דער טעלעפֿאָן־קייט ענדערן מיט פּונקט אַזאַ אָפּטקייט, מיט וועלכער עס האָט זיך געוואַקלט די מעמבראַנע פֿונעם מיקראָפֿאָן, און מיר וועלן דערהערן די זעלביקע קלאַנגען, וועלכע האָבן געבראַכט אין וואַקלונג די מעמבראַנע פֿון מיקראָפֿאָן.

אויף דער פֿיג. 146 $c$ זײַנען באַוויזן די וואַקלונגען, וואָס זײַנען אויסגעגלײַכט דורכן דעטעקטער פֿון דער אויפֿנעמענדיקער סטאַנציע.

96. דעטעקטער־אויפֿנעמער. די עלעקטראָמאַגנעטישע כוואַליעס, וואָס דערגרייכן די אַנטענע פֿונעם אויפֿנעמער, רופֿן אַרויס וואַקלונגען אינעם אַנטענע־קאָנטור פֿונעם אויפֿנעמער. דער וואַקל־קאָנטור און דער אָנשטימענדיקער קאָנטור פֿון דער אויפֿנעם־סטאַנציע באַשטייט פֿון אַ שפּול $L$ און אַ קאָנדענסאַטער פֿון אַ פֿאַרענדערלעכער אויפֿנעמיקייט $C$, כּדי מע זאָל קאָנען אָנשטימען דעם קאָנטור אויף אַ פֿאַרשיידענער אָפּטקייט.

אויף אויפֿנעמען וואַקלונגען פֿאַרלענגערן מיר צום אָנגעשטימטן קאָנטור אַן אַנטענע און מיר פֿאַרערדיקן דעם קאָנטור (פֿיג. 148).

כּדי צו אַנטדעקן די וואַקלונגען, וואָס זײַנען אויפֿגעכאַפּט דורך דער אַנטענע, פֿאַרפֿעסטיקן מיר פּאַראַלעל צום וואַקל־קאָנטור אַ דעטעקטער[1]) מיט אַ טעלעפֿאָן $T$ (147—148), וואָס זײַנען פֿאַרבונדן נאָכאַנאַנד.

זאָל זײַן, אַז מיר נעמען אויף אַ סטאַנציע, וואָס איר אָפּטקייט פֿון וואַקלונגען איז 1 000 000. אויב מיר וואָלטן אײַנגעשלאָסן אין אַ קייט מיט אַזאַ אָפּטקייט אַ טעלעפֿאָן און דער שטראָם וואָלט דורכגעגאַנגען דורך דער אַרומוויקלונג פֿונעם טעלעפֿאָן[2]), וואָלט די מעמבראַנע געדאַרפֿט מאַכן אין אַ סעקונדע 1 000 000 באַוועגונגען אין איין זײַט און 1 000 000 באַוועגונגען אין דער צווייטער זײַט. דאָס איז, פֿאַרשטייט זיך, ניט מעגלעך. ווי די מעמבראַנע זאָל ניט זײַן גרינג, דאָך פֿאַרמאָגט זי אינערציע, און כּדי צו מאַכן אַ באַוועגונג אין איין זײַט און דערנאָך אין דער צווייטער זײַט, דאַרף זי האָבן אַ באַדײַטנדיק גרעסערע צײַט, ווי אַ מיליאָן־טייל פֿון אַ סעקונדע. די מעמבראַנע וועט ניט באַוויזן אַ ריר צו טאָן זיך אונטער דער ווירקונג פֿון איין שטויס, ווי דער צווייטער שטויס וועט שוין צווינגען זי צו רירן זיך אין אַ פֿאַרקערטער ריכטונג.

אַנטדעקן די וואַקלונגען, וואָס קומען פֿאָר אין דעם קאָנטור, העלפֿט דער דעטעקטער.

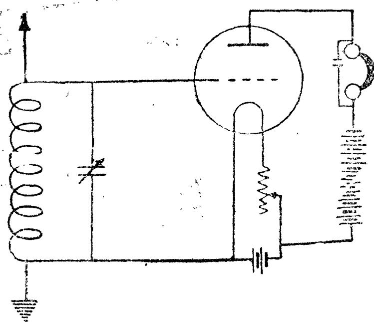
דער דעטעקטער באַשטייט פֿון אַ קריסטאַל פֿון בלײַ־גלאַנץ אָדער פֿון פּיריט, אָדער קאַרבאָרונד, צו וועלכן עס ווערט צוגעדריקט דער שאַרפֿער שפּיץ פֿון אַ דרעטל

1) דעטעקטער באַטײַט אין דער איבערזעצונג אַן „אַנטדעקער". דער דעטעקטער ווערט באַצייכנט דורכן צייכן —|◄— און דער טעלעפֿאָן — דורך —O O— .

2) פֿאַר שטראָמען מיט אַ הויכער אָפּטקייט שטעלט מיט זיך פֿאָר די אַרומוויקלונג פֿון טעלעפֿאָן אַ גרויסן ווידערשטאַנד. אויף דורכלאָזן די דאָזיקע שטראָמען דינט דער קאָנדענסאַטער 5 (פֿיג. 149).

(זע 3 אף דער פיג. 149). דער דעטעקטער האָט די אייגנשאַפט צו דערלאָזן שטראָם נאָר אין איין ריכטונג און ניט דורכלאָזן אים אין א פאַרקערטער ריכטונג.

אף אזא אופן, איז אין א קייט, וואָס באַשטייט פון א דעטעקטער און א טע־לעפאָן, קאָן דער שטראָם גיין נאָר אין איין ריכטונג. די מעמבראַנע פונעם טעלע־פאָן, דורך וועלכן עס גייט גלייך־שטראָם, צור־ציִענדיק זיך צו די פּאָליוסן פונעם באַשטענדיקן טעלעפאָן־מאַגנעט, פאַרבלייבט אומבאַוועגלעך, און מיר הערן דערביי ניט קיינשום קלאַנג. אָבער אויב דער שטראָם, וואָס גייט דורך דער אַרומוויקלונג פון טעלעפאָן, וועט זיך פאַריאָדיש איבעררייסן, אָדער די גרייס פו־נעם שטראָם וועט זיך ענדערן, וועט די מעמ־בראַנע באַקומען די אַנטשפּרעכיקע וואַקלונגען, און מיר וועלן דערהערן אָדער א באַוונדערן קנאַק, אָדער מוזיקאַלע טענער, אָדער אפילע א מענטשנס רייד.


פיג. 150. די סכעמע פון א לאָמפּן־אופנעמער.

אף דער מעמבראַנע ווירקן שטויסן אין איין ריכטונג. אָבער די דאָזיקע שטויסן קאָנען זי ניט צווינגען צו וואַקלען זיך, ווייל זיי זיינען זייער אָפטע (אַשטייגער 1 000 000 אין א סעקונדע). דאָך הייבט אָן די מעמבראַנע זיך צו וואַקלען, און אָט איבער וואָס.

די איבערגעבנדיקע סטאַנציע שטראַלט אויס וואַקלונגען פון אן אומפאַרענדער־טער אָפטקייט, אָבער מיט א פאַרענדערלעכער אַמפּליטודע (פיג. 146). די אַמפּלי־טודע פון די וואַקלונגען ענדערט זיך מיט דער זעלבער אָפטקייט, ווי די קלאַנגען־כוואַליעס פון דער מיקראָפאָן־מעמבראַנע אף דער איבערגעבנדיקער סטאַנציע (פון עטלעכע צענדליקער ביז עטלעכע טויזנט ענדערונגען אין א סעקונדע). דעריבער וועלן אויך די שטויסן, וואָס ווירקן אף דער מעמבראַנע, זיין פון ניט קיין אַלצייגער קראַפט. אין פאַרלויף פון איין הונדערטל אָדער איין טויזנטל סעקונדע ווירקן אף דער מעמבראַנע א גרויסע צאָל שטאַרקע שטויסן (אין איין זייט), נאָכדעם ווירקן אין פאַרלויף פון א קורצער צייט אויך א גרויסע צאָל שוואַכע שטויסן (אין דער זעלבער זייט). די קראַפט פונעם דרוק אף דער טעלעפאָן־מעמבראַנע ענדערט זיך און, איבער דעם, הייבט זי אָן זיך וואַקלען, קאָפּירנדיק די וואַקלונגען פונעם מיקראָפאָן פון דער איבערגעבנדיקער סטאַנציע (אָבער ניט קאָפּירנדיק די ראַדיאָ־וואַקלונגען, וואָס האָבן אן אָפטקייט פון 1 000 000 אין א סעק).

אף דער פיג. 146 זיינען געוויזן וואַקלונגען, וואָס דער דעטעקטער פון דער אופנעם־סטאַנציע האָט זיי אויסגעגלייכט.

## 97. לאָמפּן־אופנעמער.

אף דער פיג. 150 איז אָנגעצייכנט א סכעמע פון א לאָמפּן־אופנעמער, אין וועלכן די ראָליע פון א דעטעקטער, וואָס גלייכט אויס דעם שטראָם, פילט אויס א קאַטאָד־לאָמפּ.

פאַרגלייכנדיק די סכעמע פון א לאָמפּן־אופנעמער מיט דער סכעמע פון א דע־טעקטער־אופנעמער, געפינען מיר א פולשטענדיקע ענלעכקייט, כוץ די צוגאָב־אַפּאַ־ראַטן, וואָס זיינען פאַרבונדן מיט אָנווענדן דעם לאָמפּ. אָנשטאָט א דעטעקטער נעמט מען א לאָמפּ, וואָס זיין נעצל איז צוגעפּעסטיקט צום אָנשטימענדיקן קאָנטור.

די אָנקומענדיקע וואקלונגען רופן ארויס אפ דער לאָמפּן-נעץ א פארענדערלעכע לויט דער גרייס און דער ריכטונג שפאנונג. דאָס נעצל ווערט אָנגעלאָדן דאָ פּאָזיטיוו, דאָ נעגאטיוו. בא א פּאָזיטיוון אָנלאָד פון נעצל גייט דער שטראָם אין דער אנאָד-קייט, בא א נעגאטיוון אָנלאָד שטעלט זיך אָפּ דער שטראָם. דער לאָמפּ, ווי א דעטעקטער, גלייכט אויס דעם שטראָם. ניט קיין גרויסע ענדערונגען פון דער שפּאנונג אפן נעצל רופן ארויס באדייטנדיקע ענדערונגען פון דער גרייס פונעם שטראָם אין דער אנאָד-קייט.

**98. עלעקטרעמאגנעטישע נאטור פון שיין.** אין מיטן XVII יאָרהונדערט האָט ניוטאָן ארויסגעזאָגט א געדאנק, אז שיין שטעלט מיט זיך פאָר א שטראָם פון זייער קליינינקע טיילכעלעך, וואָס דער לייכטנדיקע קערפּער ווארפט ארויס מיט קאָלאָסאלער גיכקייט.

וואָס איז שייך דער קאָלירטקייט פון שטראלן, האָט ניוטאָן געמיינט, אז די טיילעכלעך שיין האָבן ניט איינע און די זעלביקע גרייס: די גרעסטע טיילעכלעך די רויטע שטראלן, די קלענסטע — די פיאָלעטע שטראלן.


הערץ
(1857—1894)

אין סאָף פון דעם זעלבן XVII יאָרהונדערט האָט דער האָלענדישער געלערנטער הויגענס ארויסגעזאָגט גאָר אן אנדער היפּאָטעזע וועגן דער נאטור פון שיין. לויט הויגענס היפּאָטעזע איז שיין א כוואליעארטיקע באוועגונג פון עטער. ענלעך צו דעם, ווי עס פארשפּרייטן זיך כוואליעס פון א שטיין, וואָס מ'ווארפט אפ דער רויִקער אויבערפלאך פון וואסער, אזוי פארשפּרייטן זיך, לויט הויגענס היפּאָטעזע, שיין-כוואליעס אין עטער.

דעם קאָליר פון א שטראל באשטימט די לענג פון זיין כוואליע, אנדערש גערעדט: דער קאָליר פון א שטראל הענגט אָפּ פון דער אָפטקייט פון די וואקלונגען.

אין 1871 יאָר האָט דער ענגלישער געלערנטער מאקסוועל ארויסגעזאָגט א געדאנק, אז שיין איז ניט קיין מעכאנישע וואקלונג פון עטער, נאָר איז איינער פון די פאלן פון עלעקטרעמאגנעטישע וואקלונגען.

עס איז נייטיק געווען צו דערווייזן אפ אן עקספּערימענטאלן אויפן, אז מיט עלעקטרישע מעטאָדן קאָן מען ארויסרופן דערשיינונגען, וואָס זיינען ענלעך צו דער דערשיינונג פון שיין.

אין 1887 יאָר האָט הערץ געמאכט עקספּערימענטן מיט עלעקטרעמאגנעטישע כוואליעס, און די עקספּערימענטן האָבן גלענצנדיק באשטעטיקט מאקסוועלס טעאָריע הערץ האָט אפ אן עקספּערימענטאלן אויפן דערוויזן די עקזיסטענץ פון עלעקטרעמאגנעטישע כוואליעס, וואָס זיינען ענלעך צו שיין-כוואליעס.

עלעקטרעמאגנעטישע כוואליעס, וואָס האלטן אין דער לענג פון עטלעכע מעטער

ביז טויזנטער מעטער — דאָס זײַנען די זעלביקע כוואַליעס, מיט וועלכע מע האָט צו טון אין דער ראַדיאָ־איבערגעבונג.

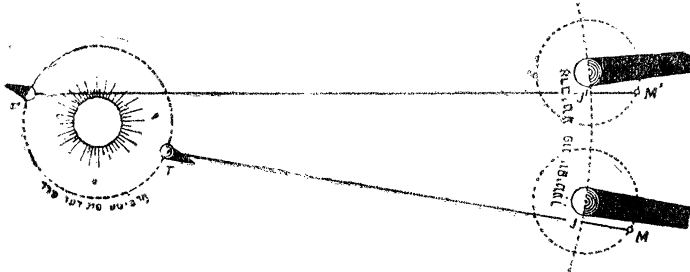
כוואַליעס, וואָס האַלטן אין דער לענג פון 0,3 מם ביז 0,76 מיקראָן, גיבן שטראַלן, וואָס מע זעט זיי ניט מיטן אויג. זיי שטראַלן אויס אָנגעוואַרעמטע קערפּערס. זעבאַ־רע שײַן־שטראַלן פון פאַרשיידענעם קאָליר האָבן די לענג פון דער כוואַליע פון $0,76\mu$ ביז $0,4\mu$.

# ש ײַ נ

## קאפיטל I.

## פארשפרייטונג פונ שײַנ.

**99. גיכקײַט פונ שײַנ.** דאָס ערשטע, וואָס האָט געבראכט צום געדאנק וועגנ דער ענלעכקײַט צווישנ עלעקטרעמאגנעטישע וואקלונגענ אונ שײַנ, איז דאָס וואָס זיי פארשפרייטנ זיכ מיט אלצייגע גיכקײַטנ. די גיכקײַט פונ שײַנ האָט מענ באַשטימט נאָכ אסאכ פריִער, איידער מע האָט דערלערנט עלעקטרישע וואקלונגענ.




פיג. 151. די ענדערונג פונ דעמ אָפשטאנד צווישנ יופיטער אונ דער ערד בײַס דער באוועגונג פונ דער ערד ארומ דער זונ.

עס איז געווענ אזא צײַט, ווענ מע האָט געהאלטנ, אז שײַנ פארשפרייט זיכ מאָמענטאל.

ערשט סאָפ XVII יאָרהונדערט האָט דער דענישער אסטראָנאָמ ר ע מ ע ר געפונענ א מיטל אפ צו באשטימענ די גיכקײַט פונ שײַנ.

בא דער פלאנעטע יופיטער, וועלכע איז מער ווי אינ 5 מאָל ווײַטער פונ דער זונ איידער די ערד, זײַנענ פאראנ באגלייטערס. די דאָזיקע באגלייטערס מאכנ דורכ זייערע וועגנ ארומ יופיטער רעגולער אינ באשטימטע צײַט־אָפשניטנ (פיג. 151). מע קאָנ אויסרעכענענ, ווענ וועט דער באגלייטער ארײַנגייִנ אינ יופיטערס שאָטנ אונ מע וועט אימ אופהערנ צו זענ (עס וועט פאָרקומענ א פארפינצטערונג פונעמ באגלייטער). בא א גענויער באָבאכטונג האָט זיכ ארויסגעוויזנ, אז די דאָזיקע צײַט־אָפשניטנ ווערנ גרעסער, ווענ די ערד, ארומגייענדיק ארומ דער זונ, דערווײַטערט זיכ פונ יופיטער, אונ ווערנ קלענער, ווענ די ערד דערנעענטערט זיכ צו יופיטער. וויסנדיק פינקטלעכ די אומדריי־פעריִאָד פונ יופיטערס באגלייטערס, זייער אָפשטאנד פונ דער ערד אונ באשטימענדיק די צײַט פונ דעמ פארשפעטיקנ אָדער פאָרויסגייִנ פונ די פארפינצטערונגענ פונ די דאָזיקע באגלייטערס, קאָנ מענ אויסרעכענענ די צײַט, וואָס עס איז נייטיק אפ דעמ, אז

שייַנ זאָל דורכגיינ דעמ איבעריקנ שטיק וועג, אפ וועלכנ די ערד האָט זיכ דערווייַ־טערט פונ יופּיטער אָדער דערנעענטערט זיכ צו אימ. עס האָט זיכ ארויסגעוויזנ, אז קעדיי שייַנ זאָל דורכגיינ די שטרעקע, וואָס עס איז גלייַכ צומ דיִאמעטער פונ דער ערד־אָרביטע, ד.ה. 300 מיליאָנ קמ, דארפ מענ האָבנ 1000 סעקונדעס. הייסט עס, אז

| די גיכקייַט פונ שייַנ איז גלייַכ צו 300 000 קמ\סעק |
| --- |

שייַנ קאָנ ארומלויפנ ארומ דער ערד אומגעפער 8 מאָל אינ א סעקונדע, דע־ריבער פארשפרייט זיכ שייַנ מאָמענטאל אפ אזעלכע שטרעקעס, וועלכע מיר קאָנענ אפ אונדזער ערד ארומכאפּנ מיטנ אויג. אָבער מיר זעענ דאָכ ניט נאָר געגנשטאנדנ, וואָס געפינענ זיכ אפ דער ערד.

די שטערנ, וואָס שטעלנ מיט זיכ פאָר אָנגעגליטע קערפּערס, אזעלכע ווי די זונ אונדזערע, זייַנענ אזוי וויַיט פונ אונדז, אז די שייַנ פונעמ נאָענטסטנ שטערנ גייט צו אונדז בא $4\frac{1}{3}$ יאָר. פונ אנדערע שטערנ גייט צו אונדז די שייַנ צענדליקער, הונ־דערטער אונ טויזנטער יאָרנ. די שטרעקעס צווישנ די שטערנ זייַנענ אזוי גרויס, אז אסטראָנאָמענ באנוצנ זיכ מיט א באזונדער איינס פונ וויַיטקייַט, וועלכע הייסט שייַנ־יאָר. **שייַנ־יאָר — דאָס איז אזא שטרעקע, וועלכע שייַנ גייט דורכ אינ פארלויפ פונ א גאנצנ יאָר.**

מע דארפ באמערקנ, אז ניט אינ יעדער סוויווע איז די גיכקייַט פונ שייַנ 300 000 קמ\סעק.

300 000 קמ\סעק. — דאָס איז די גיכקייַט פונ שייַנ אינעמ וועלט־עטער. דאָס איז די סאמע גרעסטע גיכקייַט. די גיכקייַט פונ שייַנ אינ דער לופט שיידט זיכ זייער ווייניק אונטער פונ דער דאָזיקער גיכקייַט.

אינ וואסער איז די גיכקייַט פונ שייַנ אומגעפער $^3/_4$ פונ איר גיכקייַט אינ דער לופט. אינ גלאָז איז די גיכקייַט פונ שייַנ באדייַטנדיק קלענער, איידער די גיכקייַט פונ שייַנ אינ דער לופט.

| וואָס קלענער עס איז די גיכקייַט פונ דער שייַנ־פארשפּרייטונג אינ דער סוויווע, אלצ אָפּטיש־געדיכטער הייסט די סוויווע. |
| --- |

פראגעס.

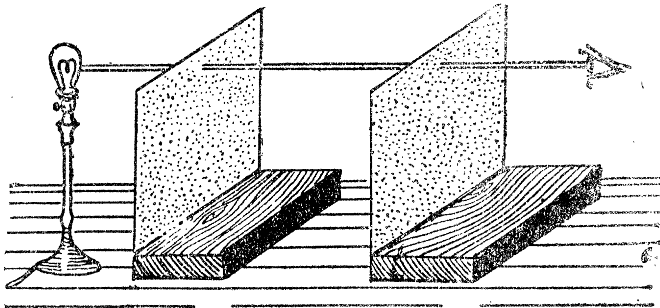
286. וויִאזוי האָט מענ צומ ערשטנ מאָל באשטימט די גיכקייַט פונ שייַנ?

287. צו וואָס איז גלייַכ די גיכקייַט פונ שייַנ אינ עטער? פארגלייַכט די גיכקייַט פונ שייַנ מיט די גרעסטע גיכקייַטנ אפ דער ערד, וואָס זייַנענ אייַכ באוווּסט.

288. צי אומעטומ, ווו עס פארשפּרייט זיכ שייַנ, איז איר גיכקייַט איינע אונ די זעלביקע?

**100. גראָדליניקע פארשפּרייטונג פונ שייַנ.** לאָמיר באטראכטנ, מיט וואָס פאר א וועגנ גייט שייַנ פונעמ קוואל, אנדערש געזאָגט, וויִאזוי פארשפּרייט זיכ שייַנ.

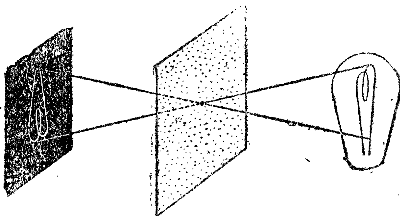
עקספערימענט 1. לאָמיר נעמען א גענוג העלן שײַן־קוואל (אן עלעקטרישן לאָמפּ אָדער א קעראָסין־לאָמפּ) און צודעקן דעם לאָמפּ מיט א קעסטל, וואָס האָט א ניט גרויסע עפענונג. אפן וועג פון די שטראלן, וואָס גייען ארויס דורך דער



פיג. 152. גראָדליניקע פארשפרייטונג פון שײַן.

עפענונג, וועלן מיר לאָזן רויך. מיר וועלן דײַטלעך זען, אז דער וועג פון די שטראלן, וואָס באלײַכטן דעם רויך, איז א גראָדליניקער. דאָס זעלבע באמערקן מיר, ווען די שטראלן פון דער זונענשײַן דרינגען דורך דורך לעכלעך אין אראָפּגעלאָזענע פאָר־האנגען און באלײַכטן אפ זייער וועג שטויבעלעך אין דער לופט פונעם צימער.

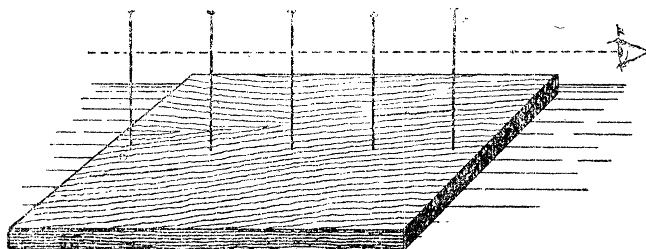
עקספערימענט 2. לאָמיר נעמען צוויי קארדאָנענע פלאסטינקעס מיט דורכ־געשטאָכענע לעכלעך אין זיי און לאָמיר זיי אוועקשטעלן פאראלעל איינעם צום צווייטן צווישן דעם אויג און צווישן אוועלכן סע ניט איז גוט באלויכטענעם געגנשטאנד, צום בײַשפּיל, א פענצטער אָדער א לײַכ־טנדיקן לאָמפּ. מיר וועלן נאָר דעמאָלט דערזען דורך די צוויי לעכלעך דעם געגנ־שטאנד, ווען דאָס אויג, ביידע לעכלעך און דער געגנשטאנד וועלן זײַן אפ איין גראָדער ליניע (פיג. 152).



פיג. 153. דאָס באקומען א בילד מיט דער הילף פון א קליינער עפענונג.

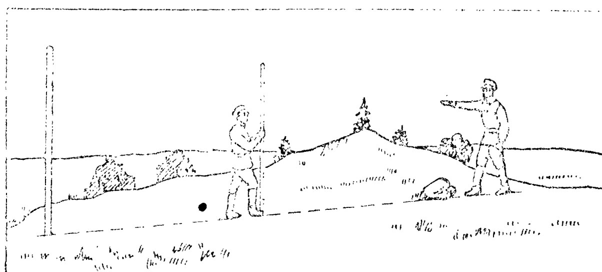
עקספערימענט 3. לאָמיר אוועקשטעלן איינע פון די קארדאָנענע פלאסטינ־קעס מיט דער קליינער עפענונג לעבן א לאָמפּ, און הינטער איר אפ א געוויסן אָפּ־שטאנד — א בויגן פאפיר אָדער קארדאָן. מיר וועלן באקומען אפן עקראן ניט קיין פּאָשעטן העלן פלעק, נאָר א בילד פונעם לײַכטנדיקן געגנשטאנד (פיג. 153). ווי־אזוי דערקלערט מען דאָס? לאָמיר וועלן באטראכטן דעם גאנג פון די שטראלן פון אלע פונקטן פונעם געגנשטאנד. פון יעדער לײַכטנדיקן פונקט באקומט זיך זײַן פלעק, און אלע פלעקן וועלן זיך צעשטעלן אזוי, אז זיי וועלן געבן א בילד פונעם געגנשטאנד. עס איז ניט שווער צו זען, אז דאָס בילד וועט זײַן אן אומגעקערטע. אויב די עפע־נונג איז גענוג גרויס, וועלן די פלעקן פון איינע געגנשטאנד־פונקטן זיך ארופלייגן אפ די אנדערע, און זיי וועלן צעשמירן דאָס גאנצע בילד. וואָס קלענער ס'איז די עפענונג, אלץ דײַטלעכער איז דאָס בילד. נאָר דערפאר איז עס בלייכער, ווײַל דורך א קלענערער עפענונג גייט דורך ווייניקער שײַן.

עקספּערעמענט 4. לאָמיר אוועקלייגן אויפן טיש א קאַרדאָן און אַרײַנשטעקן אין ים שפּילקעס איינע נאָך דער אַנדערער אויף א געווויסן אָפּשטאַנד, אַזוי אַז בײַם מיר וועלן אָנשטעלן דאָס אויג אַנטקעגן דער ערשטער שפּילקע, זאָלן מיר זען, אַז די איבעריקע שפּילקעס ווערן פאַרשטעלט דורך דער ערשטער (פיג. 154). אַז מיר וועלן צולייגן א ווירע



פיג. 154. דאָס דורכציִען א גראָדע ליניע מיט דער הילף פון שפּילקעס.

צו די אָנגעמערקטע שפּילקעס, וועלן מיר זיך איבערצײַגן, אַז זיי ליגן אַלע אויף איין גראָדער ליניע. אויף אַזא אופן ציט מען אויך דורך גראָדע ליניעס בײַ ערד־אויסמעסטונג (פיג. 155). אָנשטאָט שפּילקעס שטעלט מען דאָ אײַן מעסט־לײַסטן.[1]



פיג. 155. דאָס דורכציִען א גראָדע ליניע.

אויפן סמאַך פון דעם אַלעמען, וואָס מיר האָבן באַטראַכט, קאָנען מיר זאָגן, אַז שײַן פאַרשפּרייט זיך לויט גראָדע ליניעס.

מע דאַרף דערבײַ האָבן אין זינען, אַז די שײַן גייט אין דעם געגעבענעם פאַל אין איין און דער זעלבער סוויווע (צום בײַשפּיל אין לופט). ווײַטער וועלן מיר זען, אַז די שײַן, איבערגייענדיק פון איין סוויווע אין א צווייטער, ענדערט איר ריכטונג. דעריבער קאָן מען פּינקטלעכער זאָגן אַזוי:

> אין אן איינאַרטיקער סוויווע פאַרשפּרייט זיך שײַן גראָדליניק.

## פראַגעס.

289. וויאַזוי פאַרשפּרייט זיך שײַן אין אן איינאַרטיקער סוויווע?

290. אויף וואָס באַזירט זיך דער מיטל פון דורכציִען גראָדע ליניעס אויף דער ערד?

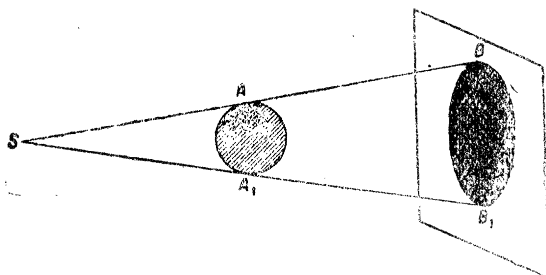
291. זומער קאָן מען זען אונטער א בוים מיט געדיכטע בלעטער קײַלעכדיקע העלע פלעקן. פון וואָס בילדן זיי זיך און וואָס שטעלן זיי מיט זיך פאָר?

---

1) א מעסט־לײַסט איז א ווירע, וואָס צעטיילט זיך, מיט טיילונגען.

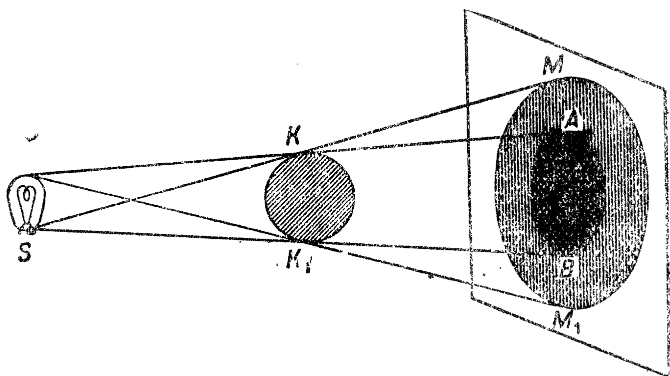
## 101. שאָטן און האַלבשאָטן.

אויב אפן וועג פון די שײַן־שטראַלן, וואָס גייען פון א לעמפּל פון א קעשענע־לאַמטערנדל, וועלן מיר אוועקשטעלן אן אומדורכזיכטיקן קײַלעכיקן אָדער א דיסק (פיג. 156), און הינטער אים א בויגן ווײַסן קאַרטאָן (עקראַן), וועלן מיר אפן עקראַן דערזען א שאַרף אָנגעצייכנטן קײַלעכדיקן שאָטן. אויב אָנשטאָט איין לעמפּל וועלן מיר אוועקשטעלן אין איין רײ צוויי, אָדער מיר וועלן נעמען איין געווײנלעכן עלעקטרישן לאָמפּ (פיג. 157), וועלן די בריגן פונעם שאָטן זײַן שטאַרק צעשוווּמען.



פיג. 156. ווי‌אַזוי בילדעט זיך אויס א שאָטן.

דאָס דערקלערט זיך מיט דער גראָדליניקער פאַרשפּרייטונג פון שײַן. אויב דער שײַן־קוואַל איז זייער קליין, ד. ה. ער שטעלט מיט זיך פאָר קימאַט א לײַכטנדיקן פונקט, איז, ווי עס ווײַזט די פיג. 156, גרענעצן שאַרף אָפּ די גראָדע ליניעס $AB$ און $A_1B_1$ די שײַנן פון שאָטן. אויב אָבער דער שײַן־קוואַל איז א גרעסערער, גייען פון יעדן פונקט זײַנעם שטראַלן, און אפן שאָטן קאָן מען זען נאָר א געוויסן צענטראַלן טייל, דעם סאַמע טונקעלן, וואָס איז אײַנגעשלאָסן צווישן די ליניעס $KA$ און $K_1B$ (פיג. 159), ווּהין עס קומען ניט צו קיין שטראַלן פון קיין איין



פיג. 157. די אויסבילדונג פון א שאָטן און א האַלבשאָטן.

פונקט פונעם שײַן־קוואַל. אַרום אים ליגן ערטער, ווּהין פון אייניקע פונקטן פונעם קוואַל קומען יאָ צו שטראַלן און פון אַנדערע קומען ניט צו. ענדלעך, די גראָדע $KM$ און $K_1M_1$ באַווײַזן די ענדגילטיקע גרענעצן פונעם שאָטן.

אפ אַזאַ אופן האָט א שאָטן, פון א שײַן־קוואַל, וואָס פאַרנעמט א געוויסן שטעכ, שטענדיק צעשוווּמענע בריגן. דעם צענטראַלן טייל רופט מען **גאַנצער שאָטן**, און דעם טייל, וואָס רינגלט אים אַרום, רופט מען **האַלבשאָטן**.

אלע אונדזערע שײַנ־קוואלנ זײַנענ ניט קיינ פונקטנ, אונ דעריבער איז שטענדיק פאראנ אפ די גרענעצנ פונ שאָטנ א ביסלעכווײַזער איבערגאנג פונ שאָטנ צומ באלויכטענעמ טייל פונ עקראנ.

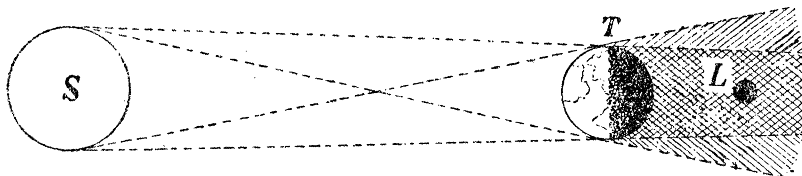
## פ ר א ג ע ס.

292. צי וועלנ זיכ באקומענ איינע אונ די זעלבע ראנדנ בא א שאָטנ פונ א בלײַפעדער, וואָס איז געווענדעט פאראלעל צומ פאָדעמ פונ א גלי־לעמפל אונ אזא, וואָס איז פערפענדיקוליער צו אימ?

293. אפ וואָסער גרונט קאָנענ מיר פארגלײַכנ די הייכנ פונ געגנשטאנדנ לויט דער לענג פונעמ שאָטנ, וואָס פאלט פונ זיי, בײַס עס שײַנט די זונ?

## 102. זונ־פארפינצטערונג אונ לעוואָנע־פארפינצטערונג.

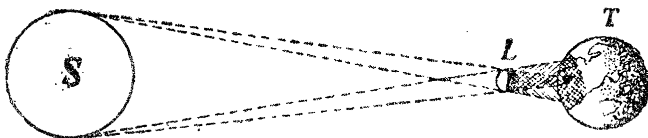
דער שאָטנ, וואָס באקומט זיכ, בײַס עס פאלנ שטראלנ פונ א שײַנ־קוואל אפ אנ אומדורכזיכטיקנ געגנשטאנד, דערקלערט אונדז אזעלכע דערשײַנונגענ, ווי זונ־פארפינצטערונג אונ לעוואָנע־פארפינצטערונג. מע דארפ נעמענ אינ אכט, אז די זונ שטראלט אויס שײַנ,




פיג. 158. לעוואָנע־פארפינצטערונג.

אָבער די ערד אונ די לעוואָנע שטראלנ אלײנ ניט אויס קיינ שײַנ — זיי ווערנ באלויכטנ דורכ דער זונ. בײַס די לעוואָנע באוועגט זיכ ארומ דער ערד, קאָנ זי זיכ געפינענ צווישנ דער ערד אונ דער זונ. אָדער די ערד קאָנ זײַנ צווישנ דער לעוואָנע אונ דער זונ. קעדיי עס זאָל פאָרקומענ א פארפינצטערונג, דארפנ די ערד, די לעוואָנע אונ די זונ זיכ געפינענ אפ איינ גראָדער ליניע. אויב די לעוואָנע וואָלט זיכ באוועגט ארומ דער ערד אינ דער זעלביקער פלאכ, אינ וועלכער די ערד באוועגט זיכ ארומ דער זונ, וואָלט זיכ די פארפינצטערונג איבערגעכאזערט אלע כוידעש. אָבער די פלאכ פונ דער באוועגונג פונ דער לעוואָנע איז עטוואָס אָנגענייגט צו דער פלאכ פונ דער באוועגונג פונ דער ערד (אפ 5°). פאר דער פארפינצטערונג איז נייטיק אזא צונויפאל, אז די לעוואָנע זאָל קומענ אפ דער איבערשנײַדליניע פונ די דאָזיקע פלאכנ פינקטלעכ אינ מאָמענט פונ נײַ־לעוואָנע אָדער פולער לעוואָנע. אינ דער צײַט פונ א לעוואָנע־פארפינצטערונג פאלט די לעוואָנע ארײַנ אינ קאָנוס פונעמ שאָטנ, וואָס עס ווארפט אָפ די ערד (פיג. 158). די לעוואָנע־פארפינצטערונג זעט מענ פונ אלע ערטער אפ דער ערד אלציינס. אינ דער צײַט פונ א זונ־פארפינצטערונג (פיג. 159) פאלט דער קאָנוס פונעמ שאָטנ, וואָס עס ווארפט אָפ די לעוואָנע אפ דער ערד. די ערד איז דעמלט אזויווי אנ עקראנ. אינ יענע ערטער פונ דער ערד, וווהינ עס איז געפאלנ א פולער שאָטנ, וועט מענ זענ א פולע זונ־פארפינצטערונג; אינ די ערטער פונ א האלבשאָטנ וועט זײַנ פארדעקט נאָר א טייל פונ דער זונ, אונ עס וועט פאָרקומענ א טיילווײַזע פארפינצטערונג, אונ אינ אנדערע ערטער אפ דער ערד וועט מענ גאָר ניט זענ קיינ פארפינצטערונג.

אזוי ווי די באוועגונגען פון דער ערד און לעוואָנע זײַנען גוט דערלערנט געוואָרן, קאָן מען פינקטלעך פאָרויסזאָגן אפ אסאך יאָרן פאָרויס דעם מאָמענט, ווען עס דארפ אָנקומען א פארפינצטערונג. די אסטראָנאָמען באנוצן זיך מיט יעטווידער אָנקומענ פון א פארפינצטערונג, קעדיי דורכצוקאָנטראָלירן זייערע אויסרעכענונגען און פינקט־לעך דערלערנען די געזעצן וועגן דער באוועגונג פון די הימל־קערפערס. אפילע זון־פארפינצטערונג איז א זעלטענער צופאל, וואָס גיט א מעגלעכקײַט צו באאָבאכטן



פיג. 159. זון־פארפינצטערונג.

די אויסערלעכע טיילן פון דער זון, וואָס געוויינלעך זעט מען זיי ניט צוליב דעם בלענדנדיקן גלאנצ פון דער זון־אויבערפלאך.

די זון־פארפינצטערונגען פלעגן אָנווארפן א שרעק אפ אבערגלויביקע און אומ־וויסנדיקע מענטשן, און די גײַסטלעכע פלעגן זיך מיט דעם באנוצן צוליב זייערע צוועקן, ספעקולירנדיק אפ דער פאָלק־פינצטערניש. דאָס וויסן די עמעסע סיבעס פון די פארפינצטערונגען, ווי אויך פון אנדערע נאטור־דערשײַנונגען און דאָס קאָנען דערקלערן זיי גיט אונדז אין די הענט דאָס בעסטע געווער אין קאמפ מיט אבער־גלויבנס.

## פראגעס און געניטונגען.

294. אין וואָס באשטייט די סיבע פון זון-פארפינצטערונגען און לעוואָנע־פארפינצטערונגען?

295. פארוואָס זעען מיר ניט קיין זון-פארפינצטערונג און לעוואָנע־פארפינצטערונג יעדן כוידעש?

296. די גיכקײַט פון שײַן האָט אין 1675 יאָר באשטימט דער דענישער אסטראָנאָם רעמער אפן גרונט פון באאָבאכטונגען איבער די באגלייטער פון דער פלאנעטע יופיטער. אין דער צײַט, ווען די ערד האָט זיך דערווײַטערט פון יופיטער אפ 40 800 000 קמ, האָט די פארפינצטערונג פונעם באגלייטער פארשפעטיקט אין פארגלײַך מיט דעם, ווי עס איז אויסגערעכנט געוואָרן, אפ 2 מינוט מיט 16 סעקונדעס. באשטימט די גיכקײַט פון שײַן.

297. באשטימט דעם אָפשטאנד פון דער ערד ביז דער זון, אויב עס איז באוווסט, אז שײַן גייט דורכ דעם דאָזיקן אָפשטאנד פאר $8\frac{1}{3}$ מינוט.

298. אין אסטראָנאָמיע ווערט אָנגעווענדעט אלס איינס אפ אויסמעסטן דעם אָפשטאנד צווישן דער ערד און די שטערן א „שײַן־יאָר“ — דער אָפשטאנד, וואָס שײַן גייט דורכ אין פארלויפ פון א יאָר. ווי ווײַט געפינט זיך פון דער ערד דער נאָענטסטער שטערן $\alpha$ פון צענטאוור, אויב זײַן שײַן דערגייט ביז צו דער ערד פאר $4\frac{1}{2}$ יאָר?

299. די לעוואָנע געפינט זיך דורכשניטלעך אפ אן אָפשטאנד פון 380 000 קמ פון דער ערד, די זון — 150 000 000 קמ פון דער ערד. וויפל צײַט גייט די שײַן פון דער לעוואָנע און פון דער זון ביז דער ערד.

300. א ווערטיקאל אוועקגעשטעלטער שטעקן, פון 1,5 מ די הייכ, ווארפט אָפ בא א זון־באלײַכטונג א שאָטן פון 2 מ די לענג. אין דער זעלבער צײַט ווארפט אָפ א זאוואָד־קוימען א שאָטן פון 50 מ. ווי הויכ איז דער זאוואָד־קוימען?

301. אפ וואָס פאַר א הייכ געפינט זיכ די זונ, אויב דער שאָטנ פונ א געגנשטאנד איז גלײַכ צו דער הייכ פונ דעמ געגנשטאנד?

302. צי וועלנ זײַנ אלציינע די קאָנטורנ פונעמ בלײַער־שאָטנ, וועלכנ מע שטעלט אוועק פאראלעל צו דער האָר פונ א גלי־לעמפל אונ פערפענדיקוליער צו איר?

303. באשטימט די לענג פונעמ שאָטנ־קאָנוס, וואָס די לעווואָנע ווארפט אָפּ, ווענ זי געפינט זיכ צווישנ דער זונ אונ דער ערד, אונ ווענ דער אָפּשטאנד צווישנ די צענטערס פונ דער לעווואָנע אונ פונ דער זונ איז אומגעפער גלײַכ צו 150 000 000 קמ. די פארהעלטעניש פונ די דיאמעטערס פונ דער לעווואָנע אונ דער זונ איז אומגעפער 400 : 1.

304. פונ וואָס פאַר א לענג איז דער שאָטנ־קאָנוס, וואָס ווערט אָפּגעוואָרפנ דורכ דעמ ערדקײַלעכ, וועלכער ווערט באלויכטנ פונ דער זונ? דער ראדיוס פונ דער ערד $R_1$ איז 6 370 קמ. דער ראדיוס פונ דער זונ $R_2$ איז בא 110 ערד־ראדיוסנ. דער אָפּשטאנד פונעמ ערד־צענטער ביזנ צענטער פונ דער זונ איז 23 900 ערד־ראדיוסנ.

305. דורכ א קליינער עפענונג אינ לאָדנ פאלנ שטראלנ פונ א געגנשטאנד, וואָס איז דערווײַטערט. פונ דער עפענונג אפ 40 מ. אפ דער אנטקעגנדיקער וואנט, וואָס געפינט זיכ פונ דעמ לאָדנ אפ אנ אָפּשטאנד פונ 7,5 מ, באקומט זיכ דאָס בילד פונעמ געגנשטאנד. די גרייס פונ דער אָפּבילדונג איז 0,75 מ. באשטימט די גרייס פונ דעמ געגנשטאנד.

---

## קאפיטל II.

# די קראפט פון שײַן און איר אויסמעסטונג.

**103. די קראפט פון שײַן און באַלײַכטונג.** ווען מע וויל פארגלײַכן צוויי שײַן־קוואַלן לויטן סכום שײַן־ענערגיע, וואָס זיי שטראַלן אויס אין איינער און דער זעלבער צײַט, זאָגט מען, אז איינער פארמאָגט א גרעסערע ליכט־קראפט, איידער דער צווייטער אָדער, אז די שײַן־קראפט פון ביידע איז איינע און די זעלבע.

| |
|---|
| שײַן־קראפט — דאָס איז דער סכום שײַן־ענערגיע, וואָס א שײַן־קוואַל לאָזט ארויס אין יעדער איינס פון צײַט. |

קעדיי צו האָבן א באַגריף וועגן דער שײַן־קראפט, איז נייטיק זי אויסצומעסטן און אײַנשטעלן, הייסט עס, אן איינס פון אויסמעסטונג.

פריִער האָט געדינט פאר אן איינס פון שײַן־קראפט א ליכט פון א באַשטימטער גרייס, פון א באַשטימטן מאַטעריאַל, מיט א באַשטימט קנײַטל. דערנאָך האָט מען גענומען מאכן באַזונדערע לאָמפּן מיט א ספּעציעלער פליסיקײַט אָפּ ברענען.

בא הײַנטיקן טאָג, ווען עס האָט זיך שטארק פארשפרייט עלעקטרישע באַלײַכטונג, איז נאַטירלעך אָנצונעמען פאר אן איינס פון שײַן־קראפט אן עלעקטריש לעמפּל מיט באַשטימטע געגעבענע. אזוי האָט טאַקע געטאָן די צווישנפעלקערלעכע קאָמיסיע פאר באַלײַכטונג, וועלכע האָט אײַנגעשטעלט א צווישנפעלקערלעכן איינס פון שײַן־קראפט; אים האָט זי אָנגערופן צווישנפעלקערלעכע ליכט. כאָטש דאָס וואָרט ליכט איז דאָ פארבליבן, אָבער פאר א שײַן־קוואַל נעמט מען אן עלעקטריש לעמפּל.

די צווישנפעלקערלעכע ליכט איז אָנגענומען געוואָרן פאר אן איינס פון שײַן־קראפט בא אונדז אין פסר״ר אין 1925 יאָר און איז אײַנגעפירט געוואָרן אין אַלגעמיין־פארבאַנדישן סטאַנדאַרט.

| |
|---|
| אן איינס פון שײַן־קראפט איז די צווישנפעלקערלעכע ליכט. |

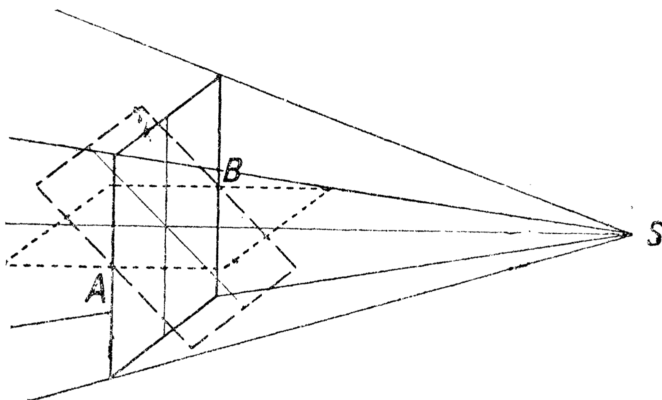
די שײַן־קראפט פון אלע לאָמפּן, וואָס ווערן ארויסגעלאָזט, און ביכלאַל פון שײַן־קוואַלן, ווערט באַשטימט דורך א פארגלײַך מיט די מוסטערן (עטאַלאָנעס), וואָס זײַנען פאַראַן אין דעם אינסטיטוט פון מעטעאָראָלאָגיע און סטאַנדאַרטיזאַציע. אז מיר האָבן א לאָמפּ פון 25 ליכט, הייסט עס, אז ער לאָזט ארויס בא נאָרמאַלע באַדינגונגען פון לײַכטן (בא דער עלעקטרישער שפּאַנונג, פאר וועלכער עס איז באַשטימט,

צומ בײַשפּיל, 120 וואָלט) אינ 25 מאָל מערער שײַנ־ענערגיע, איידער א מוסטער־לאָמפּ פונ איינ צווישנפעלקערלעכער ליכט פאַר דער זעלבער צײַט.

אויב מיר וועלנ אינ איינ אונ דעמ זעלבנ צימער אָנצינדנ לאָמפּנ פונ פאַרשיידענער שײַנ־קראַפט (צומ בײַשפּיל: פונ 25 ליכט אונ 50 ליכט אָדער א סטעארינענע ליכט אונ א קעראָסינ־לאָמפּ), וועט דער צימער אונ אַלע געגנשטאַנדנ, וואָס געפינענ זיכ אינ אימ, זײַנ באַלויכטנ פאַרשיידנ; די אַלגעמיינע באַלײַכטונג וועט זײַנ א גרעסערע בא א שטאַרקערנ שײַנ־קוואַל. אָבער אויכ בא איינעמ אונ דעמ זעלבנ שײַנ־קוואַל באַמערקנ מיר אַנ אונטערשייד אינ דער באַלײַכטונג פונ פאַרשיידענע געגנשטאַנדנ: וואָס ווײַטער עס איז דער געגנשטאַנד פונעמ שײַנ־קוואַל, אַלצ שוואַכער ווערט ער באַלויכטנ; בא געגנשטאַנדנ, וואָס געפינענ זיכ אַפּ איינער אונ דער זעלביקער שטרעקע, זײַנענ פאַרשיידענע זײַטנ זייערע פאַרשיידנ באַלויכטנ.

| |
|---|
| די באַלײַכטונג פונ געגנשטאַנדנ הענגט אָפּ פונ דעמ, וואָס פאַר א סכומ שײַנ־ענערגיע זיי באַקומענ אַפּ אַנ איינס פונ באַלויכטענעמ שעטעכ פאַר יעדנ איינס פונ צײַט. |

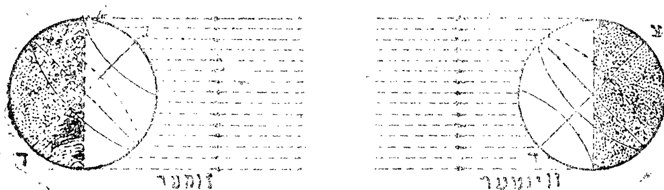
וויִאַזוי פאַרשפּרייט זיכ די שײַנ־ענערגיע, וואָס א שײַנ־קוואַל שטראַלט אויס? מיר ווייסנ, אַז שײַנ גייט פונעמ קוואַל, פאַנאַנדערגייענדיק זיכ אינ אַלע זײַטנ. מיר וועלנ דורכמאַכנ אַזא עקספּערימענט:




פיג. 160. די באַלײַכטונג הענגט אָפּ פונעמ אָנבייג פונ די שטראַלנ.

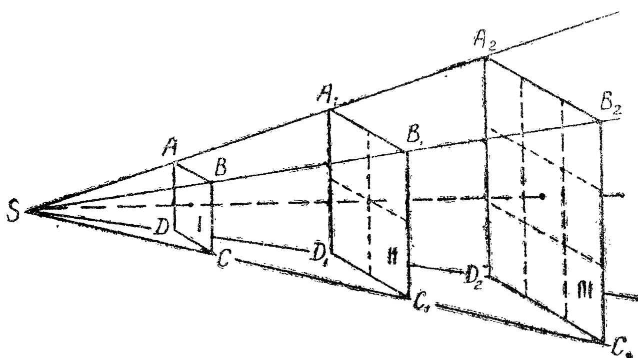
לאָמיר נעמענ א לעמפּעלע פונ א קעשענע־לאַמטערנדל אונ א קוואַדראַטנ בויגנ ווײַסנ האַרטנ פּאַפּיר אָדער קאַרטאָנ. אינ א פאַרטונקלטנ צימער וועלנ מיר אַוועקשטעלנ דעמ קאַרדאָנ אַפּ אַנ אָפּשטאַנד, אומגעפער, פונ א האַלבנ מעטער פונ דעמ לעמפּעלע, פּערפּענדיקוליער צו די שטראַלנ (פיג. 160). האַלטנדיק דעמ בויגנ פאַר די אַנטקעגנליגנדיקע ברעגנ אינ די פּונקטנ $A$ אונ $B$, וועלנ מיר אימ אָנהייבנ קערעווענ. מיר וועלנ זענ, אַז די באַלײַכטונג פונ דעמ בויגנ וועט זיכ אָפּשוואַכנ, וואָס מער עס וועט זיכ פאַרקלענערנ דער ווינקל צווישנ דער מיטלסטער ריכטונג פונעמ

שטראל און דער פלאך פונ דעם בויגנ. עס איז ניט שווער צו דערקלערנ די דאָזיקע ענדערונג אינ דער באלײַכטונג, ווענ מיר וועלנ ווענדנ די אופמערקזאמקײַט אפ דעם, וואָס איינס און דאָס זעלבע בינטל שטראלנ פאלט אינ די דאָזיקע אלע פאלנ אפ קאר־דאָנ־שעטעכס פונ פארשיידענ׳ער גרייס. דעם גרעסטנ סכום ענערגיע אפ 1 סמ² פונ זײַנ אויבערפלאך באקומט דער קארדאָנ בא א פערפענדיקולירער ריכטונג פונ זײַנ פלאך צום מיטלסטנ שטראל.



פיג. 161. וויאזוי בײַטנ זיך די צײַטנ פונ יאָר.

מיט דער ענדערונג פונעם סכום שטראל־ענערגיע, וואָס קומט אָנ אפ אנ איינס פונ דער אויבערפלאך אָפהענגיק פונ דעם אָנבייג פונ די פאלנדיקע שטראלנ, דער־קלערט זיך די ענדערונג פונ די צײַטנ פונ יאָר אפ דער ערד און די פאנאנדער־טיילונג פונ די קלימאטישע גארטלענ. די פיג. 161 דערקלערט עס.



פיג. 162. די באלײַכטונג איז אָפהענגיק פונ דעם אָפשטאנד צווישנ דעם געגנשטאנד און דעם שײַנ־קוואל.

לאָמיר נעמענ דערווײַטערנ דעם בויגנ פונעם לאָמפּ. די באלײַכטונג וועט זיך שטארק פארקלענערנ (פיג. 162). אינ דער לאגע I באקומט דער קארדאָנ דאָס גאנ־צע בינטל שטראלנ, וואָס איז אײַנגעשלאָסנ אינ דער פיראמידע, בא וועלכער די באזע איז דער בויגנ קארדאָנ און דער שפיצ איז דער שײַנ־קוואל. אינ דער לאגע II קומט אָנ אפנ קארדאָנ בלויז א טייל פונ דעם זעלבנ בינטל שטראלנ. מיר קאָנענ אפילע אויסרעכענענ, וואָס פאר א טייל. לאָמיר זיך פאָרשטעלנ, אז די לאגע II איז אינ צוויי מאָל ווײַטער פונעם לאָמפּ, ווי די ערשטע לאגע. דעמלט וועלנ שטראלנ פונעם בינטל, פאנאנדערגייענדיק זיך, ארומכאפּנ אינ דער לאגע II אפנ קארדאָנ א שעטעכ, בא וועלכנ די זײַטנ זײַנענ אינ צוויי מאָל גרעסער, איידער באם פריִערדיקנ

קוואדראט. הייסט עס, אַז אויב אַן איינס פון שטעטעכ אין דער לאַגע II וועלן פאַלן שײַן־שטראַלן אין אַזויפיל מאָל ווייניקער, וויפיל מאָל דער שטעטעכ פונעם קוואדראט $ABCD$ איז קלענער פאַרן שטעטעכ פונעם קוואדראט $A_1B_1C_1D_1$, און דאָס וועט שוין זײַן אין פיר מאָל ווייניקער.

אויב זעלבן אויפן וועלן מיר זיך איבערצײַגן, אַז אין דער לאַגע III, אויב אַן אָפּשטאַנד אין דרײַ מאָל אַ גרעסערן, וועט יעדער איינס פון שטעטעכ באַקומען שײַן־שטראַלן אין נײַן מאָל ווייניקער.

אין אַלגעמיין קאָנען מיר אײַנשטעלן פאָלגנדיקע אָפּהענגיקײַט צווישן דער באַלײַכטונג מיט דעם אָפּשטאַנד צווישן דעם באַלויכטענעם געגנשטאַנד און דעם שײַן־קוואַל:

> די באַלײַכטונג ענדערט זיך אומגעקערט־פּראָפּאָרציאָנעל צום קוואדראט פון דעם אָפּשטאַנד צווישן דעם באַלויכטענעם געגנשטאַנד און דעם שײַן־קוואַל.

הייסט עס, די באַלײַכטונג הענגט אָפּ פון דער קראַפט פונעם שײַן־קוואַל, פון דעם ווינקל צווישן דער באַלויכטענער פלאַך און די פאַלנדיקע שטראַלן, און פון דעם אָפּשטאַנד צווישן דעם געגנשטאַנד און שײַן־קוואַל.

קעדיי מע זאָל קאָנען פאַרגלײַכן פאַרשיידענע שטופעס פון באַלײַכטונג, איז אײַנגעשטעלט אַן איינס אויף אויסצומעסטן די באַלײַכטונג.

פאַר אַן איינס פון באַלײַכטונג איז אָנגענומען די באַלויכטנקײַט פון אַ פלאַך, וואָס איז פּערפּענדיקוליאַר צו די שײַן־שטראַלן און ליגט אויף איין מעטער די ווײַט פון אַ שײַן־קוואַל מיט אַ קראַפט פון 1 צווישנפעלקערלעכער ליכט.

דער דאָזיקער איינס פון באַלײַכטונג הייסט ליוקס.

קעדיי צו שאַפן זיך אַ געוויסע פאָרשטעלונג וועגן באַלײַכטונג, וואָס ווערט אויסגעמאָסטן אין ליוקסן, קאָן מען ברענגען פאָלגנדיקע אָנגאַבן: די באַלײַכטונג אין אַ העלן זומער־טאָג אויף אַן אָפענעם אָרט דערגרייכט ביז 100 000 ליוקס, אין אַ וואָלקנדיקן טאָג פאַלט זי ביז 10 000 ליוקס; אין אַ ליכטיקער לעוואָנע־נאַכט איז זי ניט גרעסער פון $^1/_4$ ליוקס.

## פראַגעס און געניטונגען.

306. וואָס הייסט שײַן־קראַפט פון אַ קוואַל?
307. מאַכט קלאָר דעם אונטערשייד צווישן שײַן־קראַפט און באַלײַכטונג.
308. וויאַזוי הייסט אַן איינס פון שײַן־קראַפט און וויאַזוי ווערט ער באַשטימט.
309. וואָס דינט פאַר אַן איינס פון באַלײַכטונג און וויאַזוי ווערט ער באַשטימט.
310. וואָס פאַר אַ באַלײַכטונג גיט אַ לאָמפּ פון 50 ליכט אויף אַן אָפּשטאַנד 2 מעטער פון אים?
311. אויף וואָס פאַר אַן אָפּשטאַנד דאַרף מען האַלטן אַ בוך פּערפּענדיקוליאַר צו די שטראַלן פון אַ לאָמפּ פון 25 ליכט, קעדיי די באַלײַכטונג זאָל זײַן גלײַך צו 100 ליוקס?
312. אַן עלעקטריש לעמפּל פון 100 ליכט הענגט איבערן טיש אויף דער הייך פון 1,5 מ. באַשטימט די באַלויכטנקײַט אויפן טיש.

**104. די באַדײַטונג פֿון באַלײַכטונג אין דער טעכניק און אין געזעלשאַפֿטלעכן לעבן.** אין די שטעט, ווו די באַוועגונג איז גרויס, קאָן א ניט־גענוגנדיקע באַלײַכטונג פֿון די גאַסן אַרויסרופֿן אַסאַך אומגליק־פֿאַלן. דאָס זעלבע ווערן מערסטנטייל איבער דער ניטגענוגנדיקער און ניטריכטיקער באַלײַכטונג קאַליע די אויגן.

א קאָלאָסאַלע באַדײַטונג האָט א ריכטיקע באַלײַכטונג אין דער פּראָדוקציע. עס איז פֿעסטגעשטעלט, אַז א שוואַכע באַלײַכטונג פֿאַרקלענערט די פּראָדוקטיווקײַט פֿון דער אַרבעט און רופֿט אָפּט אַרויס אומגליק־פֿאַלן בא דער אַרבעט אַפֿ מאַשינעס. א קינ־סטלעכע באַלײַכטונג קאָן נאָך ניט פֿאַרבײַטן פֿולשטענדיק די זון־שײַן. פֿונדעסטוועגן האָט די באַלײַכטונג־טעכניק זייער אַסאַך דערגרייכט מיטן אָנווענדן עלעקטרישע באַ־לײַכטונג. די באַטאָגיקע שײַן אין די וווינונג־געבײַדעס, שול־ און פּראָדוציר־געבײַדעס הענגט אָפּ אין גרעסטן טייל פֿון דער אײַנגעאָרדנטקײַט פֿון די דאָזיקע געבײַדעס, פֿון דער לאַגע און דעם שטעטל פֿון די פֿענצטער א.אז.וו. אונדזער סאָוועטישע בויונג פֿון וווינונג־ און פּראָדוציר־געבײַדעס שענקט דער דאָזיקער זאַך א גרויסע אויפֿמערק־זאַמקײַט. אונדזערע זאַוואָדן, נײַבויונגען, סאָציאַליסטישע שטעט צייכענען זיך אויס מיט א גרויסן שײַן־שטעטל סײַ לויט דער צאָל פֿענצטער, סײַ לויט זייער גרייס.

עס זײַנען פֿאַראַן אויסגעאַרבעטע באַלײַכטונג־נאָרמעס, וואָס שטעלן אײַן די נייטיקע באַלײַכטונג פֿאַר פֿאַרשיידענע מינים אַרבעטן. מיר וועלן ברענגען אייניקע פֿון די וויכטיקע באַלײַכטונג־נאָרמעס, וואָס זײַנען בא אונדז אָנגענומען.

פֿאַר לערן־געבײַדעס:

| | |
|---|---|
| אין לאַבאָראַטאָריעס אַפֿ די אַרבעט־ערטער . . . . . . . . . . . | 50—57 ליוקס |
| בא צייכענונג־אַרבעטן . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 75—100 " |
| אין לאָקאַלן פֿאַר זינגען און פֿיזקולטור. . . . . . . . . . . . | 20—30 " |
| אין קאָרידאָר, קליידער־צימערן . . . . . . . . . . . . . . . . | 15 " |

פֿאַר פֿאַבריקן און זאַוואָדן אונטערשיידן זיך די נאָרמעס לויט קאַטעגאָריעס, אָפּ־הענגיק פֿון די באַדינגונגען, נאָר אין אַלגעמיין קאָן מען זיי צופֿירן צו פֿאָלגנדיקע וויכטיקסטע:

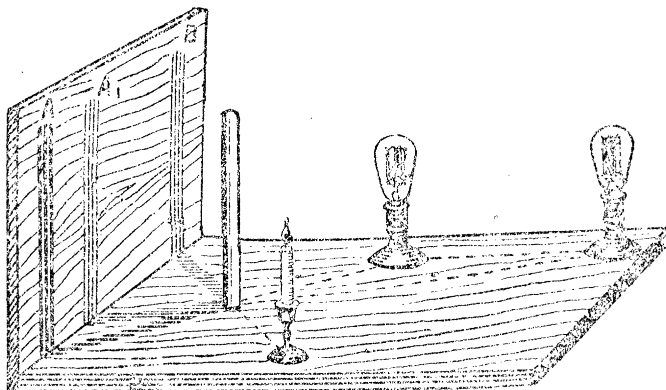
| | |
|---|---|
| פֿאַר אײַדעלע אַרבעטן . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 75—120 ליוקס |
| " מיטעלע " . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 40—60 " |
| " גראָבע " ניט ווייניקער . . . . . . . . . . . . . | 20 " |

**105. פֿאַרגלײַכן די שײַן־קראַפֿט פֿון צוויי קוואַלן.** וויסנדיק, ווי עס ענדערט זיך די באַלײַכטונג באַם דערווײַטערן דעם שײַן־קוואַל פֿון דער באַלויכטע־נער פֿלאַך, געפֿינען מיר מיטלען צו פֿאַרגלײַכן די שײַן־קראַפֿט פֿון פֿאַרשיידענע קוואַלן.

עקספּערימענט. לאָמיר אַוועקשטעלן אַנטקעגן א ווײַסן עקראַן, פּאַראַלעל צו אים, א ניטדורכזיכטיק שטעקעלע (פֿיג. 163). אַביסל ווײַטער פֿונעם שטעקעלע וועלן מיר פֿון ביידע זײַטן אײַנשטעלן צוויי שײַן־קוואַלן פֿון פֿאַרשיידענער קראַפֿט, צום בײַשפּיל: א ליכט און אַן עלעקטריש לעמפּל פֿון 25 ליכט. אַפֿן עקראַן וועלן מיר באַמערקן צוויי

שאָטנס פונעם שטעקעלע. אויב ביידע שיין־קוואלן געפינען זיך אף א גלייכן אָפּשטאנד פון עקראן, זיינען די שאָטנס פארשיידענע: דער שאָטן $A$ האָט זיך באקומען פונעם לאָמפּ, נאָר ער ווערט באלויכטן מיט דער ליכט; דער שאָטן $B$ האָט זיך באקומען פון דער ליכט, אָבער ער ווערט באלויכטן מיטן לאָמפּ. דער שאָטן $A$ איז באדייטנדיק טונקעלער, ווי דער שאָטן $B$. לאָזנדיק די ליכט אפן אָרט, הייבן מיר אָן צו דערווייטערן דעם לאָמפּ פונעם עקראן; מיר וועלן באמערקן, ווי דער שאָטן $B$ וועט ביסלעכווייז אָנהייבן צו ווערן טונקל, און צום סאָף וועלן ביידע שאָטנס, $A_1$ און $B$, ווערן אלציינס טונקל, ריכטיקער — אלציינס באלויכטן.

בא אזעלכע שיין־קוואלן, וואָס מיר האָבן גענומען — 1 ליכט און 25 ליכט—וועט עס פּאָרקומען דעמלט, ווען דעם לאָמפּ וועט מען דערווייטערן פונעם עקראן אין 5 מאָל ווייטער, ווי די ליכט.



פיג. 163. דאָס פארגלייכן די שיין־קראפט פון צוויי קוואלן מיט דער הילפ פון רומפאָרדס פאָטאָמעטער.

איינדערעמעסן, אויב מיר וואָלטן אָפּגערוקט די ליכט אין 5 מאָל ווייטער פון עקראן, וואָלט די באלויכטנקייט פון דעם שאָטן $A$ פארקלענערט געוואָרן אין 25 מאָל. כדי צו באלייכטן, ווי פריער, דעם שאָטן $A$, דארף מען נעמען א שיין־קוואל אין 25 מאָל א שטארקערן.

אף אזא אופן קאָנען מיר דערגרייכן איינע און די זעלבע באלייכטונג פון צוויי פארשיידענע שיין־קוואלן, ענדערנדיק דעם אָפּשטאנד צווישן זיי מיט דעם באלויכטענעם געגנשטאנד. אויסמעסטנדיק די דאָזיקע אָפּשטאנדן פאר יעדערן פון זיי בא איינער און דער זעלבער באלויכטנקייט און נעמענדיק אין אכט, אז שטארקער איז יענער פון די קוואלן, וועלכן אונדז איז אויסגעקומען ווייטער אָפּצורוקן פון עקראן, קאָנען מיר אויסרעכענען, אין וויפל מאָל איין קוואל פארמאָגט א גרעסערע שיין־קראפט ווי דער צווייטער, לויטן פאָלגנדיקן קלאל:

> די שיין־קרעפטן פון צוויי קוואלן זיינען פראָפּאָרציאָנעל די קוואדראטן פון די אָפּשטאנדן צווישן זיי און דעם געגנשטאנד, וואָס ווערט דורך זיי אלציינס באלויכטן.

באצייכענענדיק די שײַנ־קראַפט און די קוואַלן דורך $K_1$, און $K_2$ און די אָפּשטאנדנ צווישנ זיי מיט דעם באלויכטענעם געגנשטאנד דורך $R_1$ און $R_2$, האָבנ מיר:

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{R_1^2}{R_2^2}$$

אפ דעם סמאך באשטימט מענ די שײַנ־קראַפט פונ אוועלכנ עס איז קוואל דורך פארגלײַכנ אים מיט א קוואל, וואָס זײַנ שײַנ־קראַפט איז אונדז באוווסט. צוליב דעם נוצט מענ אויס אפאראטנ, וואָס הייסנ פאָטאָמעטערס. דאָס אויסמעסטנ די שײַנ־קראַפט גופע הייסט פאָטאָמעטריע [1].

די אײַנריכטונג אינ דעם עקספערימענט לויט דער פיג. 163, דאָס איז דער איינ־פאכסטער רומפאָרדס פאָטאָמעטער. מיר וועלנ באמערקנ, אז די שאָטנס פונ פארשיידנארטיקע שײַנ־קוואלנ באקומענ זיך מיט פארשיידנ קאָלירטע שאטירונ־גענ, אדאנק דעם איז שווער צו באשטימענ פינקטלעך די באלויכטנקײַט. באקוועמער פונ אלץ איז צו פארגלײַכנ איינארטיקע שײַנ־קוואלנ.

## פראגעס און געניטונגענ.

313. אפ וואָס באזירט זיך דאָס פארגלײַכנ די שײַנ־קראפט פונ פארשיידענע קוואלנ.

314. א טיש ווערט באלויכטנ מיט א לאָמפּ פונ 25 ליכט. אפ וואָס פאר א הייך איבערנ טיש דארפ מענ אופהענגענ א לאָמפּ פונ 100 ליכט, קעדיי ער זאָל באלײַכטנ דעם טיש אזויווי דער ערשטער?

**106. לאבאָראטאָרישע ארבעט 1.** באשטימענ די שײַנ־קראפט מיט דער הילפ פונ א פאָטאָמעטער. דער ציל פונ דער ארבעט: האָבנדיק א גלי־לאָמפּ פונ א באַ־וווּסטער צאָל ליכט, געפינט די שײַנ־קראפט פונ אנ אנדער לאָמפּ מיט אנ אומבאוווּסטער צאָל ליכט.

די נייטיקע מאכשירים: פאָטאָמעטער; א מעסט־ווירע; צוויי לאָמפּנ (מיט א באוווסטער און אומבאוווסטער צאָל ליכט).

1) פאנאנדערשטעלנ און צופאסנביידע שײַנ־קוואלנ און דעם פאָטאָמעטער אזוי, אז איבערשטעלנ־דיק איינעם פונ די ליכט־קוואלנ אָדער דעם פאָטאָמעטער, זאָל מענ קאָנענ ענדערנ די באלויכטנקײַט אפנ פאָטאָמעטער און מאכנ, אז ביידע שײַנ־קוואלנ זאָלנ געבנ אנ אלצײַנע באלויכטנקײַט.

2) אײַנשטעלנדיק אפנ פאָטאָמעטער א פולשטענדיק אלצײַנע באלויכטנקײַט פונ ביידע קוואלנ, אויס־מעסטנ די אנטשפרעכיקע אָפּשטאנדנ.

3) אויסרעכענענ די שײַנ־קראַפט פונ דעם אומבאוווּסטנ קוואל, וויסנדיק, וויפל ליכט עס האָט דער באוווּסטער קוואל, לויט דער פאָרמול:

$$K_2 = \frac{K_1 R_2^2}{R_1^2}$$

וו $K_1$ און $K_2$ זײַנענ שײַנ־קרעפטנ פונ דעם געגעבענעם און דעם אומבאוווסטנ קוואל, $R_1$ און $R_2$ זײַנענ די אָפּשטאנדנ צווישנ זיי מיט דער באלויכטענער פלאך פונעם פאָטאָמעטער.

4) דורכמאכנ זעם עקספערימענט דרײַ מאָל, ענדערנדיק די אָפּשטאנדנ צווישנ די קוואלנ און דעם פאָטאָמעטער. פאר יעדנ עקספערימענט דורכמאכנ די זעלבע אויסמעסטונג און אויסרעכענונג.

5. אויסרעכענענ די דורכשניטלעכע פונ די דרײַ געפונענע באטרעפנ.

---

1) דאָס גריכישע וואָרט פאָטאָס באטײַט שײַנ, מעטראָנ — מאָס.

## פראגעס און געניטונגען.

315. אפ וואָס פאר אנ אָפשטאנד דארפ מענ האלטנ א ביכל פערפענדיקוליער צו די שטראלנ פונ א לאָמפ פונ 36 ליכט, אז די באלײַכטונג זאָל זײַנ 4 ליוקס?

316. וואָס פאר א באלײַכטונג גיט א לאָמפ פונ 50 ליכט אפ אנ אָפשטאנד פונ 2 מ פונעמ לאָמפ?

317. אפ א לײַכט-טורעמ האָט מענ אײַנגעשטעלט א בויגנ-לאמטערנ, וואָס גיט א שײַנ-קראפט פונ 2 500 000 ליכט. באשטימט די באלײַכטונג, וואָס דער דאָזיקער לאמטערנ שאפט אפ א שכרעקע פונ 5 קמ.

318. די באלײַכטונג פונ דער ערד-אויבערפלאכ אינ א זומערדיקנ טאָג איז 100 000 ליוקס. באשטימט די שײַנ-קראפט פונ א קינסטלעכנ קוואל, וואָס זאָל געבנ די זעלביקע באלײַכטונג אפ אנ אָפשטאנד פונ 100 מ.

319. א שײַנ-קוואל פונ 32 ליכט באלײַכט מיט פערפענדיקולערע שטראלנ צוויי אויבערפלאכנ, וואָס געפינענ זיכ פונעמ שײַנ-קוואל אפ אנ אָפשטאנד פונ 4 סמ אונ 16 סמ. געפינט די באלײַכטונג פונ די דאָזיקע אויבערפלאכנ.

320. אפ וואָס פאר אנ אָפשטאנד איבערנ טיש דארפ זיכ געפינענ א לאָמפ פונ 50 ליכט, אז אפנ טיש זאָל זיכ באקומענ א באלײַכטונג פונ 50 ליוקס?

321. אנטקעגנ עקראנ איז אוועקגעשטעלט א שטעקעלע, וואָס ווערט באלויכטנ דורכ צוויי עלעקטרישע לעמפלעכ. זיי גיבנ אפנ עקראנ שאָטנס פונעמ שטעקעלע פונ דער זעלבער גערעדיכטקייט. דער אָפשטאנד פונ די לעמפעלעכ ביזנ עקראנ איז 20 סמ אונ 40 סמ. ווי גרויס איז די פארהעלטעניש צווישנ די שײַנ-קרעפטנ פונביידע קוואלנ?

322. צוויי לאָמפנ פונ 16 אונ 32 ליכט שטײענ אפ פונעמ עקראנ אפ אנ אָפשטאנד פונ 4 מ. געפינ די באלײַכטונג, וואָס יעדער לאָמפ גיט אפנ עקראנ.

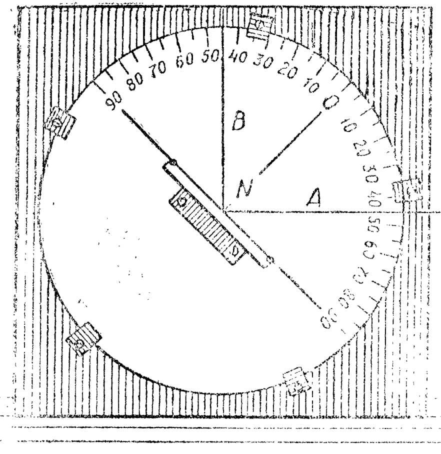
323. פאר דער ארבעט אינ שלאָסער-ווארשטאטנ רעכנט זיכ פאר נאָרמאל א באלײַכטונג פונ 50 ליוקס. באשטימט, צי איז גענוגנדיק די באלײַכטונג פונ א שרויפשטאָק, וואָס ווערט באלויכטנ מיט א לאָמפ פונ 32 ליכט, וואָס איז אופגעהאנגענ אפ א הייכ פונ 120 סמ איבערנ שרויפשטאָק.

---

## קאפיטל III.

# שײַנ־אָפשפיגלונג.

**107. די געזעצנ פונ שײַנ־אָפשפיגלונג.** פאלנדיק אפנ שפיגל אָדער אפ אנדערע ניטדורכזיכטיקע געגנשטאנדנ, שפיגלט זיך די שײַנ אָפ פונ זיי. פאפיר, וואָס איז באלויכטנ פונ דער זונ, זעענ מיר פונ אלע זײַטנ דערפאר, ווײַל די שטראלנ, וואָס פאלנ אפ אים, ווערנ אָפגעוואָרפנ אינ אלע זײַטנ. א שטיקעלע שפיגל קאָנענ מיר אָפט אפילע ניט באמערקנ דערפאר, ווײַל די שטראלנ, וואָס עס שפיגלט אָפ, גייענ אינ א פול־שטענדיקער באשטימטער ריכטונג.




פיג. 164. שײַנ־אָפשפיגלינג פונ א פלאכנ שפיגל.

קעדיי קלאָר צו מאכנ, וויאזוי עס קומט פאָר די שײַנ־אָפשפיגלונג, וועלנ מיר דורכמאכנ אנ עקספע־רימענט.

לאָמיר נעמענ א גלעזערנ פלאכ שפיגעלע אונ פערפענדיקוליער צו דעמ צופעסטיקנ א ווײַזער־ל $ON$ (פיג. 164). אײַנשטעלנדיק דאָס דאָזיקע שפיגעלע לעבנ א קארדאָנ אפנ וועג פונ שטראלנ, אזוי אז די שטראלנ זאָלנ פאלנ בא דעמ באזיס פונעמ פערפענדיקוליאר $ON$, לאָמיר ווענדנ אונדזער אופמערק־זאמקײַט אפ דעמ, וויאזוי וועט זיך אָפשפיגלענ פונעמ שפיגעלע דער שטראל. מירנ פארגלײַכנ די ווינקלענ, וועלכע עס בילדנ מיטנ פערפענדיקוליאר דער פאלנדיקער שטראל אונ דער אָפגעשפיגלטער.

> דער ווינקל $ANO$ צווישנ דעמ פאלנדיקנ שטראל אונ דעמ פערפענדי־קוליאר צומ שפיגל אינ דעמ פאל־אָרט הייסט פאל־ווינקל. דער ווינקל $BNO$, צווישנ אָפגעשפיגלטנ שטראל אונ דעמ זעלבנ פערפענדיקוליאר, הייסט אָפשפיגלונג־ווינקל.

מע דארפ אויכ באמערקנ, אז די דאָזיקע אלע דרײַ ריכטונגענ — פונ דעמ פאלנ־דיקנ שטראל, פונ דעמ פערפענדיקוליאר צומ שפיגל אונ פונ דעמ אָפגעשפיגלטנ

שטראַל — ליגן אין איין פלאַך. דורכמאַכנדיק עטלעכע מאָל דעם עקספּערימענט, איבערצייַגן מיר זיך, אַז בײַ יעדער ענדערונג פונעם פאַל־ווינקל ענדערט זיך אויך דער אָפּשפּיגלונג־ווינקל. אויסמעסטנדיק יעדער מאָל איינע ווינקל און דעם אַנדערן, קאָנען מיר פעסטשטעלן, אַז זיי זײַנען שטענדיק איינער צום אַנדערן גלײַך.

די שײַן־אָפּשפּיגלונג קומט, אַזוי אַרום, פאָר לויט פאָלגנדיקע געזעצן:

> 1. דער פאַלנדיקער שטראַל און דער אָפּגעשפּיגלטער ליגן אין איין פלאַך מיטן פּערפּענדיקוליאַר צו דער אָפּשפּיגלענדיקער אויבערפלאַך אין דעם פאַל־פונקט.
> 2. דער פאַל־ווינקל איז גלײַך צום אָפּשפּיגלונג־ווינקל.

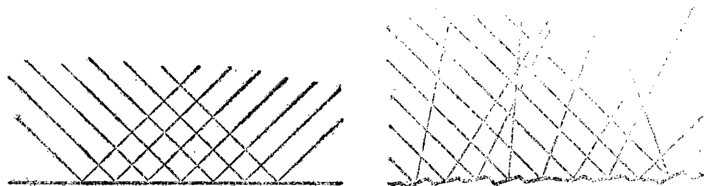
## פראַגעס און געניטונגען.

324. ווי אַזוי וועט זיך אָפּשפּיגלען אַ שטראַל, וואָס פאַלט פּערפּענדיקוליאַר צום שפּיגל?

325. ווי גרויס דאַרף זײַן דער פאַל־ווינקל, קעדיי דער אָפּגעשפּיגלטער שטראַל זאָל בילדן אַ גראַדן ווינקל מיטן פאַלנדיקן שטראַל?

326. דער פאַל־ווינקל איז 60°. ווי גרויס איז דער ווינקל צווישן דעם פאַלנדיקן שטראַל און דעם אָפּגעשפּיגלטן? דער פאַל־ווינקל איז געוואָרן 80°. ווי גרויס איז אין דעם פאַל דער ווינקל צווישן דעם פאַלנדיקן און אָפּגעשפּיגלטן שטראַל?

**108. צעשפּרייטע אָפּשפּיגלונג.** וויסנדיק, ווי אַזוי שטראַלן שפּיגלען זיך אָפּ פון אַ פלאַכן שפּיגל, קאָן מען דערקלערן, פאַרוואָס ווערן פון אַ שאָרסטיקער



פיג. 165. צעשפּרייטונג פון שײַן און אָפּשפּיגלונג פון שײַן דורך אַ גלאַטער אויבערפלאַך.

אויבערפלאַך די שטראַלן צעגאַנגענע אין פאַרשיידענע זײַטן. אַ שאָרסטיקע אויבערפלאַך שליִגט אָפּ די שטראַלן מיט אירע בערגעלעך און גריבעלעך אין פאַרשיידענע ריכטונגען. אויף דער פיג. 165 איז זי פאַרגעשטעלט אין אַ פאַרגרעסערטער פאָרם. באַזונדערס דײַטלעך זעט מען, ווי אַזוי עס צעשפּרייטן זיך אין פאַרשיידענע זײַטן די שטראַלן פון דער דאָזיקער אויבערפלאַך, ווען עס פאַלן אויף איר פּאַראַלעלע שטראַלן.

אַלע קערפּערס, וואָס ווערן באַלויכטן פון אַוועלכן ניט איז קוואַל, זעען מיר נאָר אַדאַנק דער שײַן, וואָס זיי צעשפּרייטן. אויב אָבער די אָפּשפּיגלענדיקע אויבערפלאַך איז אינגאַנצן אַ גלאַטע, צום בײַשפּיל אַ גוטער שפּיגל, ווערן דאָ די שטראַלן ניט צעשפּרייט אין פאַרשיידענע זײַטן פון יעדער טייל אויבערפלאַך, און מיר זעען ניט דעם שפּיגל, נאָר דעם שײַן־קוואַל.

**109. דורכזיכטיקע און ניטדורכזיכטיקע קערפערס.** אוועקגעשטעלט פאר זיכ א געווײנלעכ גלאָז, דערזעענ מיר אינ אימ די אָפשפיגלונג פונ די געגנשטאנדנ, וואָס געפינענ זיכ אנטקעגנ גלאָז, און אײנצײַטיק זעענ מיר דורכנ גלאָז די געגנשטאנדנ, וואָס געפינענ זיכ הינטער אימ. דאָס באטײַט, אז דאָס גלאָז שפיגלט אָפ א טײל שטראלנ, און א באדײַטנדיקנ טײל לאָזט עס דורכ. קערפערס, וואָס לאָזנ דורכ שטראלנ, הײסנ דורכזיכטיקע. אויב מיר וואָלטנ א געוויסע צײַט געהאלטנ דאָס גלאָז ניט ווײַט פונ א ליכט, וואָלטנ מיר זיכ איבערצײַגט, אז דאָס גלאָז ווארעמט זיכ אָנ. דאָס באווײַזט, אז גלאָז פארשלינגט א טײל שטראלנ, וואָס פאלנ אָפ אימ, און פארוואנדלט זײ אינ ווארעמקײַט, אזויארום:

| |
|---|
| שטראלנ, וואָס פאלנ אָפ גלאָז, ווערנ טײלווײַז אָפגעשפיגלט פונ אימ, טײלווײַז דורכגעלאָזט און טײלווײַז פארשלונגענ. |

קײנ פולקומ דורכזיכטיקע קערפערס זײַנענ ניטאָ; ניטדורכזיכטיקע קערפערס אינ גענוג דינע שיכטנ לאָזנ דורכ שײַנ. אינ דעמ איז לײַכט צו איבערצײַגנ זיכ, קוקנדיק דורכ פאפיר פונ פארשײדענער גרעב אָפ א גענוג העלנ לאָמפ. די אײגנ־שאפט פונ פארשײדענע קערפערס טײלווײַז דורכצולאָזנ שײַנ נוצט מענ אויס באמ קוקנ דורכ זײ אָפ צו העלער שײַנ, וואָס בלענדט די אויגנ; טונקעלע און קאָלירטע ברילנ ווערנ באנוצט אינ גוס־צעכנ, בא אויטאָגענער שווײסונג א. אז. וו.

פונקט ווי קערפערס לאָזנ דורכ שײַנ אינ א פארשײדענעמ גראד, אזוי שפיגלענ זײ זי אָפ און פארשלינגענ זי אויכ אינ א פארשײדענעמ גראד; קעדײ אינ צימער זאָל זײַנ ליכטיקער, באפארבט מענ די ווענט מיט ווײַסער פארב, ווײַל די געגנשטאנדנ אינ צימער ווערנ באלויכטנ ניט בלויז דירעקט מיט די שטראלנ, וואָס פאלנ אָפ זײ פונעמ לאָמפ אָדער דורכנ פענצטער, נאָר אויכ מיט די שטראלנ, וואָס ווערנ צעשפרײט פונ די ווענט. וואָס טונקעלער עס איז די וואנט, אלצ מער שטראלנ פארשלינגט זי און אלצ ווײניקער שפיגלט זי אָפ. אזא קערפער, וואָס פארשלינגט פולשטענדיק אלע שטראלנ, וואָס פאלנ אָפ אימ, וועט זײַנ אינגאנצנ, אָדער אבסאָ־ליוט שווארצ. אינדערעמעסנ איז קײנ אבסאָליוט שווארצע קערפערס ניטאָ. די סאמע שווארצסטע איבערפלאכ שפיגלט דאָכ אָפ א געוויסנ טײל שטראלנ, וואָס פאלנ אָפ איר, זאָל זײַנ אפילע זײער א קלײנע טײל.

פראגעס.

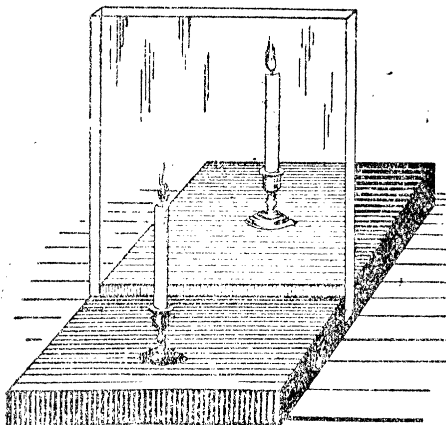
327. פארוואָס זעענ מיר באלויכטענע געגנשטאנדנ?

328. פארגלײַכט די שײַנ־אָפשפיגלונג פונ ווײַסנ פילטער־פאפיר מיט דער אָפשפיגלונג פונ א פלאכנ שפיגל. וואָס איז לײַכטער צו באמערקנ פונדערווײַטנ — דאָס פאפיר אָדער דעמ שפיגל, און פארוואָס?

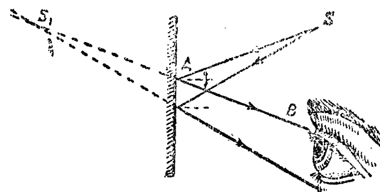
**110. א פלאכער שפיגל און זײַנ אָנווענדונג.** פארוואָס זעענ מיר אינ א שפיגל אנ אָפבילדונג פונ א געגנשטאנד, כאָטש אינדערעמעסנ איז דער דאָזיקער געגנשטאנד הינטערנ שפיגל ניטאָ?

אָפ א שפיגל (פיג. 166) פאלט א שטראל, שפיגלט זיכ אָפ פונ אימ און פאלט ארײַנ אינ אונדזער אויג. דער שטראל *SA*, אָפשפיגלענדיק זיכ פונעמ שפיגל, גײט אינ

דער ריכטונג פונ $AB$. קוקנדיק אינ דער ריכטונג פונעמ שטראַל, זעענ מיר דעמ שײַנ־קוואַל ניט אינ דעמ פונקט $S$, נאָר אינ פונקט $S_1$, וואָס געפינט זיכ הינטערנ שפּיגל. אפנ שפּיגל פאַלט א שטראַל פונעמ לײַכטנדיקנ פונקט. די פיג. 166 ווײַזט אונדז, וויאַזוי גייט דער שטראַל, וואָס פאַלט פונעמ לײַכטנדיקנ פונקט אונ שפּיגלט זיכ אָפּ פונעמ שפּיגל. מיר זעענ אינ שפּיגל א לײַכטנדיקנ פונקט $S_1$. דער דאָזיקער פונקט איז ניט דער ווירק־לעכער, וואָס פונ אימ איז ארויס די שײַנ, אונ דעריבער הייסט ער אָפּ־בילדונג פונעמ פונקט, אונדערצו שײַנבארע (אומרעאַלע) אָפּבילדונג.



פיג. 167. די אָפּשפּיגלונג פונ א ליכט אינ גלאָז.




פיג. 166. א לײַכטנדיקער פונקט אונ זײַנ אָפּבילדונג אינ פלאַכנ שפּיגל.

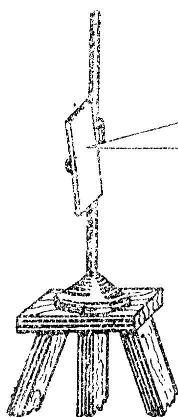
עקספּערימענט. מירנ צופּעסטיקנ א פלאַכע גלאָז אפ אנ אונטערשטעל אינ א ווערטיקאַלער לאַגע אונ אנטקעגנ אימ וועלנ מיר אוועקשטעלנ אנ אָנגעצונדענע ליכט (פיג. 167). מירנ דערזענ די אָפּבילדונג פונ דער דאָזיקער ליכט אינ גלאָז. מירנ איצט נעמענ א צווייטע ליכט אזא, ניט קיינ אָנגעצונדענע, אונ מירנ זי אוועקשטעלנ פונ דער אנדערער זײַט גלאָז. צורוקנדיק זי נעענטער צומ גלאָז אָדער אָפּרוקנדיק זי ווײַטער, וועלנ מיר געפינענ אזא לאַגע, בא וועלכער עס וועט זיכ דוכטנ, אז אויכ די צווייטע ליכט איז אנ אָנגעצונדענע. דאָס באַטײַט, אז די נימאָנגעצונדענע ליכט האָט זיכ אײַנגע־שטעלט אינ איינ אָרט מיט דער אָפּבילדונג פונ דער אָנגעצונדענער ליכט. אויס־מעסטנדיק דעמ אָפּשטאַנד צווישנ ביידע ליכט אונ דעמ גלאָז, איבערצײַגנ מיר זיכ, אז די דאָזיקע אָפּשטאַנדנ זײַנענ גלײַכע.

די אָפּבילדונג פונ א געגנשטאַנד אינ א פלאַכנ שפּיגל ליגט אפ דעמ זעלביקנ אָפּשטאַנד הינטערנ שפּיגל, אפ וועלכנ פונפאָרנט פונעמ שפּיגל געפינט זיכ דער געגנשטאַנד גופא.

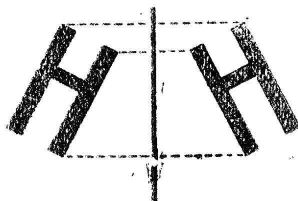
קעדיי אָנצוצייכענענ די אָפּבילדונג פונ א געגנשטאַנד אינ א פלאַכנ שפּיגל, דארפ מענ פונ יעדער פונקט זײַנעמ אראָפּלאָזנ א פּערפּענדיקוליאַר אפנ שפּיגל אונ פאַרלענגערנ אימ אפ נאָכ אזא אָפּשטאַנד הינטערנ שפּיגל (פיג. (168).

שטייענדיק אנטקעגנ שפּיגל אונ קוקנדיק אפ דער אייגענער אָפּבילדונג, איבערצײַגנ מיר זיכ, אז יעדער טייל פונ אונדזער קערפּער האָט זיכ אָפּגעשפּיגלט אינ שפּיגל

לויט א פערפענדיקולערער ריכטונג צום שפיגל, פונקט אפ אזא אָפשטאנד פונ אים, אפ וועלכנ ער געפינט זיכ ווירקלעכ פאר דעם שפיגל. דערפונ באקומט זיכ, וואָס אונדזער לינקע האנט איז געוואָרנ אינ שפיגל די רעכטע האנט, אונ די רעכטע האנט איז געוואָרנ די לינקע, ד. ה. די אָפבילדונג שטעלט מיט זיכ פאָר דעם געגנשטאנד, אזויווי מע וואָלט אים א קער געטאָנ אפ 180°.

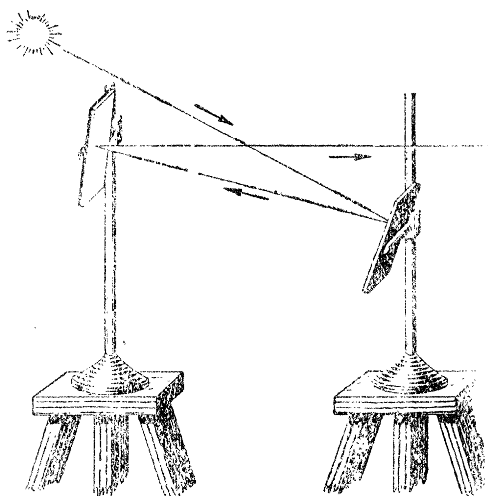


פיג. 169. העליָגראפ.



פיג. 168. אָפבילדונג פונ א געגנשטאנד אינ א שפיגל.

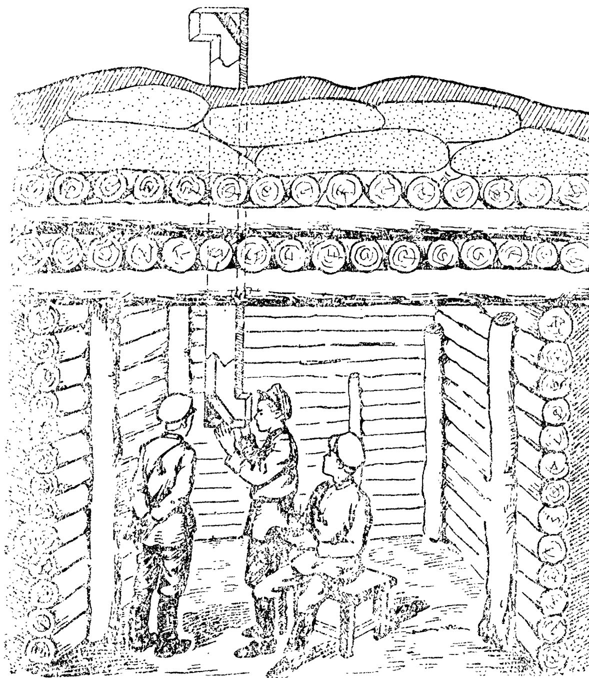
א שפיגל נוצט מענ ברייט באם מאכנ פארשיידענע מאכשירים אפ צו ענדערנ דעם גאנג פונ שטראלנ אינ א געוווּנטשענער ריכטונג, צום בײַשפּיל אפ איבערגעבנ סיגנאלנ אפ א ווײַטער שטרעקע. דער מאכשיר, וואָס איז קאָנסטרויִרט צוליב דעם דאָזיקנ צוועק פונ באוועגלעכע שפיגלענ, הייסט אינ מיליטערישנ וועזנ העליָגראפ. ער ווערט אײַנגעשטעלט אפ א דרײַפוס אונ באשטייט פונ צוויי באוועגלעכע שפיגלענ. אויב די זונ איז פונ דער זײַט פונ דעם, וואָס נעמט אופ דעם סיגנאל, איז גענוג איינ שפיגל (פיג. 169). אויב די זונ געפינט זיכ אפ דער זײַט פונ דעם, וואָס גיט איבער די סיגנאלנ, מוז מענ דעמלט האָבנ צוויי שפיגלענ; אפ איינ שפיגל נעמט מענ אופ דעם שטראל פונ דער זונ אונ מע ווארפט אים אָפ אפנ צווייטנ שפיגל, אונ מיטנ צווייטנ שפיגל ווענדעט מענ דעם שטראל צו דעם, וואָס נעמט אופ די סיגנאלנ (פיג. 170).



פיג. 170. העליָגראפ.

א צווייטע זייער וויכטיקע אָנווענדונג פונ שפיגלענ זעענ מיר אינ דעם מאכשיר פעריסקאָפ. דורכ א פעריסקאָפ קאָנ מענ באאָבאכטנ דעם קעגנער פונ א שיצגראָבנ אָדער פונ אנ אנדער באהעלטעניש, ניט ארויסגייענדיק פונ אים. מיט דער

הילף פון א פעריסקאָפּ קאָן מען פון אַן אונטערוואסער־שיפל זען, וואָס עס טוט זיך אף דער אויבערפלאַך פון יאַם. דער איינפאַכסטער פעריסקאָפּ באַשטייט פון צוויי שפּיגלען, וואָס ליגן אונטער א ווינקל פון 45° צום האָריזאָנט פּאַראַלעל איינער צום אַנדערן אף א פאַרשיידענער הייך און זיינען אַריינגעטאָן אין א טרויב (פיג. 171).



פיג. 171. א פעריסקאָפּ אין א באַהעלטעניש־אָרט.

## פראַגעס.

329. צוליב וואָס איז אין אַן אַוטאָמאָביל פאַר דעם שאָפער פונויסנווייניק אָפּט צוגעפעסטיקט א פלאַכער שפּיגל, וואָס ליגט אונטער א באַשטימטן ווינקל?

330. צי קאָן מען זען אין שפּיגל דעם אייגענעם נאַקן? וויאַזוי טוט מען דאָס מיט דער הילף פון צוויי שפּיגלען?

331. ווי איז געבויט און צו וואָס דינט א העליאָגראַף?

332. ווי איז געבויט און צו וואָס דינט א פעריסקאָפּ?

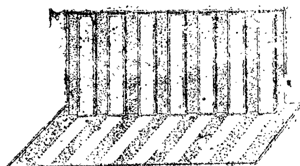
## 111. די אָפּשפּיגלונג פון אַריינגעבויגענע שפּיגלען.

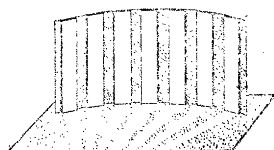
לאָמיר נעמען א שטיקל גלאַנציק בלעך מיט גלייכע גראָדע פאַסן, וואָס זיינען אָנגעצייכנט אף אים מיט שוואַרצער פאַרב קווער צו דער לענג, אָדער א שטיקל טונקעלן קאַרדאָן מיט שמאָלע פאַסיקלעך שפּיגל, וואָס זיינען צו אים צוגעפעסטיקט.

מירן אויסקשטעלן דעם בלאַט בלעך, וואָס איז צוגעגרייט אף אַזא אויפן, אין דער פאָרם פון א פלאַך אַזוי, אַז די פאַסן זאָלן אויסקומען ווערטיקאַל. אויב מע זאָל אים באַלייכטן גלייך פונפאָרנט, וועלן זיך פון די ניט באַאַרבעטע גלאַנציקע

פּאַסן אָפּשפּיגלען פּאַראַלעלע שטראַלן. דאָס זעט מען לויט די העלע פּאַסן, וואָס זײַנען קאָנטיק אפן טיש און וואָס גייען פונעם בלאַט בלעך, ווי פון אַ פלאַכן שפּיגל (פיג. 172).

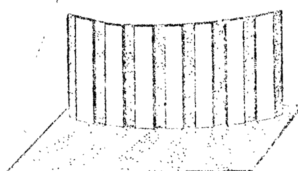
מיר גיבן איצטער אָנהייבן אויסבייגן אונדזער בלאַט בלעך, מאַכנדיק אים פאַר אַן אַרײַנגעבויגענעם. דאָ וועלן מיר דערזען, וויאַזוי די העלע פּאַסן, וואָס שפּיגלען זיך אָפּ פונעם בלאַט בלעך, הייבן אָן צו קערן זיך, צונויפגייענדיק זיך און איבער-

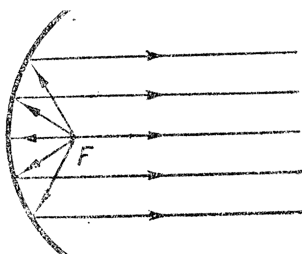

פיג. 172.


פיג. 173.

שנײַדנדיק זיך אומגעפער אין איין פונקט (פיג. 173). פאַרקערט, בײַ אַן אַרויסגעבויגענער פאָרם פונעם בלאַט וועלן זיך די שטראַלן פונאַנדערגיין (פיג. 174). עס איז ניט שווער צו דערקלערן די דאָזיקע דערשײַנונג. יעדן שמאָלן שפּיגל-פּאַסיק קאָן מען באַטראַכטן ווי אַ פלאַכן שפּיגל. די דאָזיקע אַלע שפּיגלען האָבן איצט פאַרשיידענע ריכטונגען, אַף אַ פאַרשיידענעם אופן זײַנען געריכטעט צו זיי די פּערפּענדיקוליאַרן, און דעריבער האָבן אויך די אָפּגעשפּיגלטע שטראַלן אַ פאַרשיידענע ריכטונג.

מיר האָבן באַטראַכט אַן אַרײַנגעבויגענעם און אַרויסגעבויגענעם צילינדרישן שפּיגל. דער ערשטער פון זיי זאַמלט צונויף די שטראַלן, דער צווייטער צעשפּרייט


פיג. 174.



פיג. 175.

זיי. אַ באַזונדערס וויכטיקע באַדײַטונג האָט דער ספערישער-אַרײַנגעבויגענער שפּיגל, וואָס זײַן אויבערפלאַך איז אַן אַרײַנגעבויגענער טייל פון אַ קײַלעך.

אַזאַ ספערישער שפּיגל זאַמלט צונויף פון אַלע זײַטן די שטראַלן, וואָס פאַלן אַף זײַן אויבערפלאַך.

איבערוקנדיק דעם שײַן-קוואַל נעענטער אָדער ווײַטער פונעם שפּיגל, זעען מיר, אַז דער איבערשנײַד-אָרט פון די אָפּגעשפּיגלטע שטראַלן דערווײַטערט זיך אָדער דערנעענטערט זיך צום שפּיגל. מע קאָן געפינען אַזאַ לאַגע פון דעם שײַן-קוואַל, בײַ וועלכער די אָפּגעשפּיגלטע שטראַלן וועלן גיין פּאַראַלעל צווישן זיך. אַזאַ פונקט $F$

הייסט דער פּאָקוס פונעמ אריַינגעבויגענעמ שפּיגל, און זייַנ אָפּשטאַנד פונעמ שפּיגל — דער פּאָקוס־אָפּשטאַנד (פּיג. 175).

אז מירנ אָנהייבנ ענדערנ די קרומקייַט פונ אונדזער שפּיגל, וועלנ מיר זענ, אז באַ א גרעסערער קרומקייַט וועט דער פּאָקוס זייַנ נעענטער צומ שפּיגל, און באַ א קלענערער קרומקייַט — ווייַטער פונ אימ.

באַמערקנדיק די לאַגע פונעמ פּאָקוס פאַר א שפּיגל פונ דער געגעבענער קרומקייַט, לאָמיר אָנשטעלנ דעמ שפּיגל אנטקעגנ די זונ־שטראַלנ. מירנ זענ, אז די אָפּגעשפּיגלטע שטראַלנ וועלנ זיכ איבערשנייַדנ אינעמ פּאָקוס. די זונ איז פונ אונדז אזוי ווייַט, אז די שטראַלנ, וואָס גייענ פונ איר צו אונדז, קאָנ מענ רעכענענ פאַר פּאַראַלעלע.

אזוי־ארומ:

> דער פּאָקוס פונ אנ אריַינגעבויגענעמ שפּיגל איז אזא פּונקט, אינ וועלכנ עס גייענ זיכ צונויפ אלע אָפּגעשפּיגלטע שטראַלנ, וואָס זייַנענ אפ אימ געפאַלנ פּאַראַלעל. אייַנשטעלנדיק דעמ שייַנ־קוואַל אינעמ פּאָקוס, באַקומענ מיר די אָפּגעשפּיגלטע שטראַלנ אינ דער פאָרמ פונ א פּאַראַלעל בינטל.

דער דאָזיקער לעצטער אומשטאַנד ווערט אויסגענוצט אינ אלע באַלייַכטערס, וואָס זייַנענ באַשטימט אפ צו געבנ דער שייַנ א ריכטונג אינ וועלכנ עס איז אייַנ אָרט אָנ א באַדייַטנדיקער אָפּשוואַכונג. אזוי מאַכט מענ די באַלייַכטערס אינ אווטאָמאָביל־לאַמטערנס, אינ פּראָיעקציע־לאָמפּנ, אינ קעשענע־לאַמטערנדלעכ און אנד. אינ יעדערנ פונ זיי איז הינטערנ שייַנ־קוואַל אנ אריַינגעבויגענער שפּיגל, אָדער, ווי מע רופט אימ אָנ, א רעפלעקטער [1].

א באַזונדערס וויכטיקע באַדייַטונג האָט עס אינ מיליטערישנ וועזנ באַמ מאַכנ שטאַרקע פּראָזשעקטערס (פּיג. 176). א פּראָזשעקטער באַשטייט פונ צוויי הויפּט־טיילנ: א שטאַרקנ שייַנ־קוואַל (געוויינלעכ איז עס א מעכטיקער בויגנ־לאָמפּ) און א גרויסנ אריַינגעבויגענעמ שפּיגל, וואָס איז פונהינטנ אייַנגעשטעלט אזוי, אז דער שייַנ־קוואַל זאָל זיכ געפינענ אינעמ פּאָקוס פונ שפּיגל. באַ אזא אָרטלאַגע, גייענ די שייַנ־שטראַלנ, קימאַט ווי א פּאַראַלעל בינטל (פּיג. 176). א גרויסער פּראָזשעקטער קאָנ באַלייַכטנ א שעטעכ פונ 12—10 קמ. זענ אימ קאָנ מענ מיטנ אויג, וואָס איז געווענדעט אנטקעגנ די שטראַלנ, אפ א שטרעקע ביז 75 קמ. דעריבער ווערנ פּראָזשעקטערס אָנגעווענדעט צוליב צוויי צילנ: אפ באַלייַכטנ אפ א ווייַטער שטרעקע, צומ בייַשפּיל אפ געפינענ אינ באַנאַכטיקנ הימל ערעאָפּלאַנענ און אנד., און אויכ צוליב ווייַטער סיגנאַליזאַציע.

צוליב סיגנאַליזאַציע מאַכט מענ אויכ ספּעציעלע שייַנ־סיגנאַלע לאָמפּנ. זייער געבוי באַזירט זיכ אויכ אפ דער אָנווענדונג פונ אנ אריַינגעבוינעמ שפּיגל.

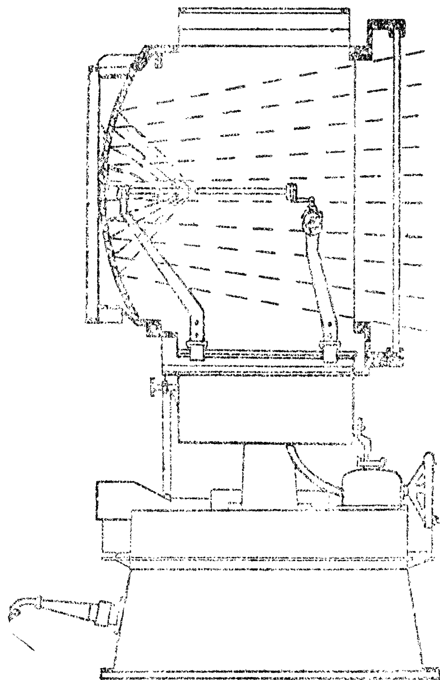
אָפּט פּעסטיקט מענ צו אזעלכע סיגנאַל־לאָמפּנ (לויטנ טיפּ פונ די לעמפּלעכ פונ א קעשענע־לאַמטערנדל) אפ א בינאָקל. דורכ אָנדריקנ א קנאָפּקע קאָנ מענ דעמ

1) רעפלעקטער — באַטייַט אָפּשפּיגלער.

לאָמפּ פאַרלעשנ אונ אָנצינדנ, אונ אפ אזא אויפנ סיגנאַליזירנ. דערבײַ קאָנ מענ זיכ באַנוצנ מיט מאָרזעס אַלפאַבעט, געבנדיק קורצע אונ מער דויערנדיקע ליכט־סיגנאַלנ (פיג. 177).




פיג. 177. א סיגנאַל־לאָמפּ פאַרײַניקט מיט א בינאָקל.
1 — סיגנאַל־לאָמפּ, 2 — בינאָקל, 3 — דורכטירער, 4 — באַטאַרייע צום לאָמפּ.



פיג. 176. פּראָזשעקטער.

באַזונדערס גרויסע פּראָזשעקטערס ווערנ אָנגעווענדעט אפנ ים באַם אײַנאָרדענענ ליכט־טורעמס סײַ מיט א גלײַכער שײַנ אונ סײַ פינקלענדיקע.

## פראַגעס אונ געניטונגענ.

333. וויאַזוי שפּיגלענ זיכ אָפּ שײַנ־שטראַלנ פונ אנ אַרײַנגעבויגענעם אונ אַרויסגעבויגענעם שפּיגל?

334. וויאַזוי קאָנ מענ דערקלערנ דעם שטראַל־גאַנג פונ אנ אַרײַנגעבויגענעם שפּיגל, באַזירנדיק זיכ אפ די געזעצנ פונ אָפּשפּיגלונג?

335. וואָס ווערט אָנגערופנ פאָקוס פונ שפּיגל אונ פאָקוס־אָפּשטאַנד?

336. ווו דאַרפ זיכ געפינענ דער שײַנ־קוואַל, קעדיי די שטראַלנ, וואָס ווערנ אָפּגעשפּיגלט פונ אנ אַרײַנגעבויגענעם שפּיגל, זאָלנ גײנ פאַראַלעל אײנער צום אַנדערנ?

337. וויאַזוי איז געמאַכט א פּראָזשעקטער?

338. אפ וועלכנ פּאַפּיר איז באַקוועמער פאַר די אויגנ צו לײענענ דאָס אָנגעשריבענע: אפ גלאַנציקנ אָדער אפ מאַטעווענ? דערקלערט פאַרוואָס.

339. אַז מע קוקט באַטאָג פונ גאַס אינ פענצטער פונ א צימער, איז שווער צו פאַנאַנדערקלײַבנ די געגנשטאַנדנ, וואָס געפינענ זיכ אינ צימער; אינ דער זעלבער צײַט אָבער זעענ מיר גוט פונ צימער אַלצ, וואָס עס טוט זיכ אפ דער גאַס. דערקלערט פאַרוואָס.

340. מיט וואָס קאָנ מענ דערקלערנ, וואָס מע זעט ניט דעם פּאָנעם פונ א מענטשנ, וועלכער קוקט דורכ א געדיכט נעצל, אינ דער צײַט, ווענ דער מענטש גופא זעט גוט אַלע געגנשטאַנדנ דורכנ נעצל?

341. פארוואָס גלאנצט שניי ?

342. פארוואָס טוט מענ אָנ אינ הײַזער אפ עלעקטרישע לעמפלעכ מאטעווע ווײַסע אבאזשורנ ?

343. פארוואָס איז געווײנלעכ גלאָז דורכזיכטיק. אונ ווי נאָר מע גיט עס א ריב מיט א פײַלכל אָדער מיט נאזשדאק, ווערט עס ניטדורכזיכטיק ?

344. דערווײַזט, אז א לײַכטנדיקער פונקט אונ זײַנ בילד הינטערנ פלאכנ שפיגל געפינענ זיכ פונעמ שפיגל אפ אלצייגע אָפשטאנדנ.

345. אפ דער פיג. 171 איז אָנגעצייכנט א פעריסקאָפ, וואָס ווערט אָנגעווענדעט אינ דער צײַט פונ מילכאָמע אפ באָבאכטנ דעמ סוינע פונ די שוצגראָבנס. צייכנט אָנ דעמ שטראלנ־גאנג אינעמ פעריסקאָפ.

346. צווישנ צוויי פאראלעלע פלאכע שפיגלענ געפינט זיכ א לײַכטנדיקער פונקט. וויפל אָפבילדונגענ פונ דעמ דאָזיקנ פונקט וועלנ זיכ באקומענ אינ די שפיגלענ ?

347. א פונקט־שײַנקוואל געפינט זיכ אנטקעגנ אנ ארײַנגעבויגענעמ שפיגל אינ זײַנ הויפט־פאָקוס. צייכנט אָנ דעמ גאנג פונ די שטראלנ, וואָס ווערנ אָפגעשפיגלט דורכנ שפיגל.

348. ווו דארפ מענ אוועקשטעלנ דעמ וואָלטא־בויגנ פונ א פראָזשעקטער, קעדיי מע זאָל קאָנענ באלײַכטנ מיטנ פראָזשעקטער זייער ווײַטע געגנשטאנדנ ?

349. אפ אנ ארויסגעבויגענעמ שפיגל פאלט א פאראלעל בינטל שײַנ־שטראלנ. צייכנט אָנ, וויאזוי די דאָזיקע שטראלנ וועלנ זיכ אָפשפיגלענ פונעמ שפיגל, אונ ווו וועט דאָס אויג, וואָס געפינט זיכ אנטקעגנ שפיגל, זענ די אָפבילדונג פונעמ פונקט.

350. אויב מע זאָל אינ א העל־זוניקנ זומער־טאָג ווענדנ די אָפגעשפיגלטע זונשטראלנ פונ אנ ארײַנגעבויגענעמ שפיגל אפ א פאפיר, וועט זיכ דער פאפיר אָנצינדנ. וואָס באווײַזט עס ?

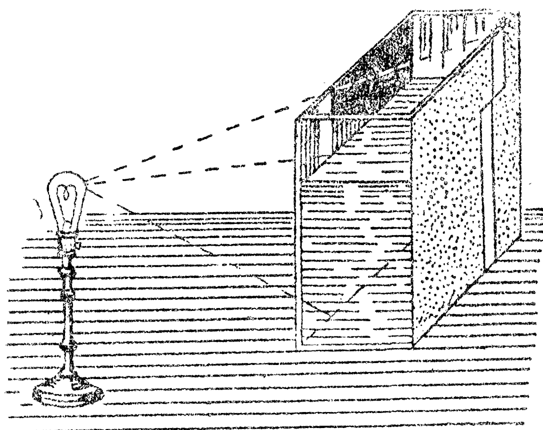
351. באנוצנדיק זיכ מיט א גרויסנ ארײַנגעבויגענעמ שפיגל, קאָנ מענ מיט די זונ־שטראלנ צעשמעלצנ פלאטינ. אפ וואָס פאר אנ אָרט לעבנ שפיגל דארפ מענ אוועקלייגנ דאָס שטיקל פלאטינ ?

קאַפּיטל IV.

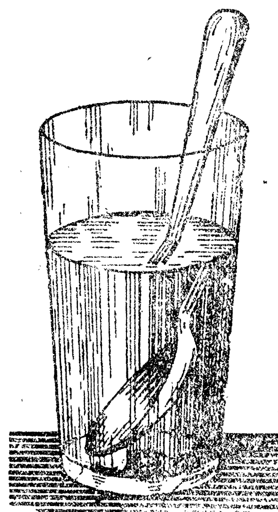
# איבערברעכונג פונ שייַנ.

**112. באַגריפ וועגנ איבערברעכונג פונ שייַנ.** ביז איצט האָבנ מיר באַ־טראַכט שטראַלנ, וואָס פאַרשפּרייטנ זיכ אינ אנ איינהייַטלעכער סוויווע. לאָמיר א קוק טונ, וויאַזוי עס פאַרשפּרייטנ זיכ שטראַלנ באַם אריבערגיינ פונ איינ סוויווע אינ א צווייטער.

א טיי־לעפּעלע אינ א גלאָז טיי זעט אויס ווי עס זאָל זייַנ צעבראָכנ (פיג. 178). פּונקט אזוי אז מירנ אריַנשטעלנ א בלייַער אינ וואסער, זעט ער אונדז אויס ווי



פיג. 179.



פיג. 178.

צעבראָכנ, אויב מע זאָל קוקנ אינ דער ריכטונג פונעמ בלייַער אָדער פונ דער זייַט פונ דער גלאָז. דער טייל בלייַער, וואָס געפינט זיכ אינ וואסער, האָט זיכ אזויווי אופגעהויבנ אינ גלאָז, דער בלייַער האָט זיכ פּונקט ווי צעבראָכנ אפ דער גרענעצ, וואָס טיילט אָפּ די לופט פונעמ וואסער.

לאָמיר נעמענ א גלעזערנע גראָדעקיקע קיילע אָדער א פלעשל מיט פלאַכע ווענט־לעכ. אפ איינ זייַט וועלנ מיר אָנקלעפּנ פּאַפּיר, וואָס איז דורכגעזאַפּט מיט אייל. אפ דער קעגנליגנדיקער — א שוואַרצ פּאַפּיר. אינמיטנ דעמ שוואַרצנ פּאַפּיר וועלנ מיר מאַכנ א שמאָלנ ווערטיקאַלנ דורכשייַנ (פיג. 179).

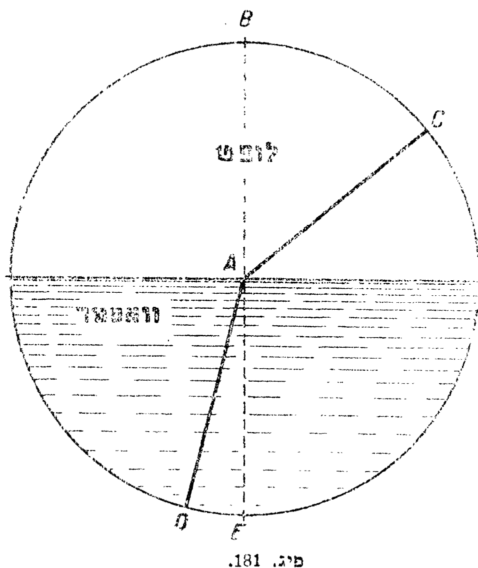
אז מירנ אוועקשטעלנ אנ עלעקטריש לעמפל פונ דער זײַט פונעמ שווארצנ פאַפיר אזוי, אז די שײַנ זאָל פאלנ אָנגעצייגט צומ ווענטל פונ דער קיילע, וועלנ מיר אפנ אייל־פאַפיר באקומענ א באלויכטענעמ פאס, וואָס לויט זײַנ לאגע קאָנ מענ אורטיילנ, וויאזוי גייט די שײַנ אינעווייניק אינ דער קיילע.

אָנגיסנדיק וואסער ביז האלב קיילע, וועלנ מיר באמערקנ, אז דער אונטערשטער פאס שײַנ, וווּ די שײַנ גייט דורכ דורכנ וואסער, האָט זיכ אָפּגערוקט פונ זײַנ פריערדיקער לאגע אונ זיכ דערנעענטערט צומ מיטנ ווענטל.

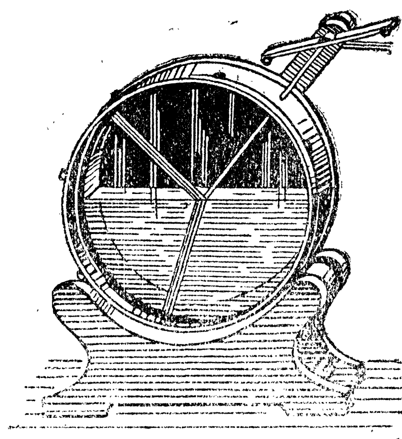
די דאָזיקע באאָבאכטונגענ דערווײַזנ, אז

> באמ אריבערגייג פונ איינ סביווע אינ א צווייטער פארבלײַבט ניט דער שטראל א גראָדליניקער, נאָר ער ווערט איבערגעבראָכנ אפ דער גרענעצ, וואָס צעטיילט די סוויוועס.

באזונדערס גוט קאָנ מענ באאָבאכטנ דעמ גאנג פונ א שטראל, ווענ מע זאָל זיכ באנוצנ מיטנ מאכשיר, וואָס איז געוויזנ אפ דער פיג. 180. אינ דעמ אייבערשטנ טייל פונעמ מאכשיר גייט דער שטראל דורכ אינ דער לופט, אונ אינ אונטערשטנ — אינ וואסער. אפ דער גרענעצ, וואָס טיילט אָפּ דאָס וואסער פונ דער לופט, ווערט דער שטראל טיילווײַז אָפּגעשפיגלט אונ טיילווײַז גייט ער איבער אינ וואסער, שארפ ענדערנדיק זײַנ ריכטונג.



פיג. 181.


פיג. 180.

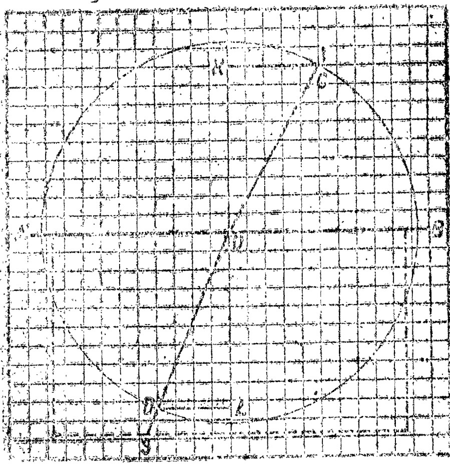
אויב מע זאָל זיכ פאָרשטעלנ אינעמ פונקט $A$ א גראָדע ליניע, וואָס איז פערפענדיקוליער צו דער וואסער־אויבערפלאכ, וועט זיכ ארויסווײַזנ, אז דער שײַנ־שטראל $CA$, וואָס גייט פונ דער לופט, באמ אריבערגייג אינ וואסער, ענדערט זײַנ ריכטונג; ער דערנעענטערט זיכ צומ פערפענדיקוליאר (דער שטראל $AD$ אינ וואסער) (פיג. 181).

דער װינקל $CAB$ צװישן דעם פאַלנדיקן שטראַל $AC$ און דעם פּערפּענדיקוליאַר $AB$ הייסט **פאַל־װינקל**. דער װינקל $DAE$ צװישן דעם איבערגעבראָכענעם שטראַל $AD$ און דער פאָרזעצונג פון דעם זעלבן פּערפּענדיקוליאַר $AE$ הייסט **איבערברעך־װינקל**.

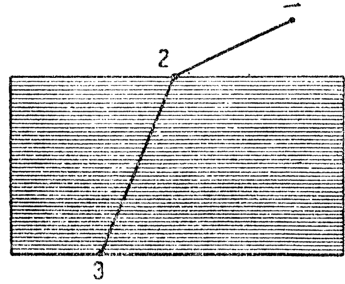
> **ביים א שטראַל גייט איבער פון דער לופט אין אַװעלכער עס איז אנדערער, אָפּטיש געדיכטערער סוױװע, איז דער איבערברעך־װינקל קלענער פונעם פאַל־װינקל.**

**113. לאַבאָראַטאָרישע אַרבעט 2.** דער ציל פון דער אַרבעט: אױספאָרשן, װיאַזױ עס ענדערט זיך דער איבערברעך־װינקל אָפּהענגיק פונעם פאַל־װינקל.

אַריינפיר־אָנװייזונגען. אז מירן אװעקלייגן אפן טיש א בויגן מילימעטער-פאַפיר, אװעקשטעלן אף אים א װערטיקאַלן עקראַן מיט א שפּאַלט, און אנטקעגן אים אן עלעקטריש לעמפּל אזוי אז פון דעם שפּאַלט זאָל פאַלן אפן פּאַפּיר א שיין-שטראַל, און אפן װעג פונעם שטראַל איינשטעלן א גראָבע גלעזערנע פּלאַסטינקע, קאָן מען דאן באַמערקן, אז דער שטראַל האָט זיך באַם װענקל פון דער פּלאַסטינקע איבערגעבראָכן.



פיג. 183. צו דער לאַבאָראַטאָרישער אַרבעט 2.




פיג. 182.

קעדיי מע זאָל קאָנען פּינקטלעך פעסטשטעלן די ריכטונג פונעם שטראַל, שטעלן מיר אױעק שפּיל־קעס. צװיי שפּילקעס, די 1־טע און די 2־טע, שטעלן מיר איין אין דער ריכטונג פון דעם פאַלנדיקן שטראַל (פיג. 182); די 3־טע שפּילקע שטעלן מיר איין פון דער אנטקעגנדיקער זייט פּלאַסטינקע באַם אַרױסגאַנג פונעם שטראַל. אויב מע זאָל קוקן פון דער זייט פון דער 1־טער און דער 2־טער שפּילקע דורכן דער פּלאַסטינקע, װעלן אַלע דריי שפּילקעס פאַרשטעלן איינע די אנדערע, ד. ה. מירן זיי זעען אין איין ריכטונג. אז מיר װעלן אראָפּנעמען די פּלאַסטינקע, װעלן מיר באַמערקן, אז די גראָדע, װאָס פאַר־ייניקן די 1־טע שפּילקע מיט דער 2־טער און די 2־טע מיט דער 3־טער, װאָס שטעלן מיט זיך מאָר די ריכטונג פון די שטראַלן אין דער לופט און אין גלאָז, בילדן צװישן זיך א װינקל. דאָס באַװייזט, אַז װיפל עס האָט זיך איבערגעבראָכן דער שטראַל, אַריינגייענדיק אין גלאָז. דאָס פעסטשטעלן דעם גאַנג פון די שטראַלן מיט דער הילף פון שפּילקעס דערלױבט זייער פּינקטלעך אָנצומערקן די ריכטונג פון די שטראַלן.

**גאַנג פון דער אַרבעט.** 1. צייכנט אָן אפן מילימעטער־פּאַפּיר א קרייזליניע מיט א ראַדיוס פון 5 סמ. אין צענטער פון קרייז שטעלט איין די 2־טע שפּילקע (פיג. 183). האַרט צו דער שפּילקע לױטן דיאַמעטער $AB$ לייגט אװעק אפן פּאַפּיר א גראָבע גלעזערנע פּלאַסטינקע. די 1־טע שפּילקע שטעלט איין װו עס איז אף דער קרייזליניע, אזוי אז צװישן דעם ראַדיוס, װאָס װערט געבילדעט דורך דער 1־טער און 2־טער שפּילקע, און דעם דיאַמעטער $AB$ זאָל זיין א שאַרפער װינקל.

די 3־טע שפּילקע שטעלט איינ פונ דער אנדערער זייט פלאסטינקע, הארט לעבנ איר. באמ קוקנ דורכ גלאָז דארפנ אלע דריי שפּילקעס פארשטעלנ איינע די אנדערע. פירט ארומ די פלאסטינקע מיט א שארפנ בלייער, נעמט עס אראָפּ פונ פּאַפּיר אונ באצייכנט די שטראלנ: דעמ פאלנדיקנ $OC$ (דורכ דער 1־טער אונ 2־טער שפּילקע) אונ דעמ איבערגעבראָכענעמ $OD$ (דורכ דער 2־טער אונ 3־טער שפּילקע).

2. צוליב דער כאראקטעריסטיק פונ דעמ פאל־ווינקל אונ איבערברעכ־ווינקל מעסט אויס די לענג פונ די פּערפּענדיקולארנ $CK$ אונ $DL$, וואָס זיינענ אראָפּגעלאָזט פונ די פּונקטנ פונ דער קרייזליניע $C$ אונ $D$ אפנ דיאמעטער, וועלכער איז פּערפּענדיקוליער צומ דיאמעטער $AB$. פארשרייבט די באקומענע רעזולטאטנ אינ א טאבעלע אונ רעכנט אויס די פארהעלטעניש פונ $CK$ צו $DL$.

טאבעלע.

| № פונעם עקספערימענט | $CK$ | $DL$ | $CK:DL$ |
|---|---|---|---|
| | | | |

מע דארפ דורכמאכנ עטלעכע עקספּערימענטנ (4—5), איינשטעלנדיק יעדער מאָל די שפּילקעס 1 אונ 2 אונטער פארשיידענע ווינקלענ צומ דיאמעטער $AB$.

די 2־טע אונ 3־טע שפּילקעס דארפנ זיינ הארט צוגעשטעלט צו די ווענטלעכ פונ דער פלאסטינקע, וויל די ליניע, וואָס גייט דורכ די דאָזיקע שפּילקעס, באצייכנט די ריכטונג פונעמ שטראל, אינעווייניק אינ דער פלאסטינקע.

קעדיי צו באשטימענ די ריכטונג פונעמ שטראל, וואָס גייט ארויס פונ דער פלאסטינקע, דארפ מענ נאָכ אוועקשטעלנ א 4־טע שפּילקע ווייטלעכ פונ דער פלאסטינקע פונ יענער זייט, ווו עס איז אוועקגעשטעלט די 3־טע, נאָר אזוי, אז אלע פיר שפּילקעס זאָלנ באמ באאָבאכטנ פארשטעלנ איינע די אנדערע. אָפּצייכענענדיק דעמ ארויסגייענדיקנ שטראל, וועלנ מיר זיכ איבערצייגנ, אז ער גייט פאראלעל צו דעמ שטראל, וואָס פאלט אפ דער פלאסטינקע (דעמ אריינגייענדיקנ). דאָס איז פארשטענדלעכ: אפ וויפל דער שטראל, אריינגייענדיק אינ פלאסטינקע, האָט זיכ דערנענטערט צומ פּערפּענדיקוליאר, אפ אזויפיל האָט ער זיכ, ארויסגייענדיק פונ פלאסטינקע, דערווייטערט פונעמ פּערפּענדיקוליאר.

## פראגעס.

352. וויאזוי ענדערט זיכ דער איבערברעכ־ווינקל, אז עס פארגרעסערט זיכ דער פאל־ווינקל?

353. צי ענדערט זיכ די פארהעלטעניש $CK:DL$ בא דער ענדערונג פונעמ פאל־ווינקל אונ איבערברעכ־ווינקל?

354. צי ענדערט זיכ די ריכטונג פונעמ שטראל, אויב ער פאלט פּערפּענדיקוליער צו דער פּאנאנדערטיילנדיקער פלאכ?

אפנ גרונט פונ די דורכגעמאכטע עקספּערימענטנ קענ מענ פעסטשטעלנ פאלגנדיקע געזעצנ פונ שיינ־איבערברעכונג:

1. אז א שטראל פאלט ניט פּערפּענדיקוליער צו דער פּאנאנדערטייל־גרענעצ, באמ אריבערגיינ פונ איינ סוויווע אינ א צווייטער, בייגט ער זיכ אָפּ פונ זיינ אָנפאנגלעכער ריכטונג.

2. אז א שטראל גייט אריבער פונ א סוויווע, וואָס איז אָפּטיש ווייניקער געדיכט, אינ א סוויווע מיט א גרעסערער אָפּטישער געדיכטקייט, איז דער איבערברעכ־ווינקל קלענער פונ דעמ פאל־ווינקל, אונ פארקערט: באמ אריבערגיינ פונ אנ אָפּטיש געדיכטערער סוויווע אינ א סוויווע מיט א קלענערער אָפּטישער געדיכטקייט דערווייטערט זיכ דער איבערגעבראָכענער שטראל פונעמ פּערפּענדיקוליאר, וואָס איז אויפגעשטעלט צו דער גרענעצ, וועלכע טיילט אָפּ די סוויוועס.

באַ אַלע ענדערונגענ פונעמ פאַל־ווינקל אונ איבערברעכ־ווינקל פאַרבלײַבט די פאַרהעלטעניש צווישנ די פּערפּענדיקו־לאַרנ $CK:DL$, וואָס כאַראַקטעריזירט די גרייס פונ די דאָזיקע ווינקלענ, אַ באַשטענדיקע פאַר די געגעבענע צוויי סוויוועס. די דאָזיקע פאַרהעלטעניש טראָגט דעמ נאָמענ איבערברעכ־ווײַזער.

פאַר יעדערע צוויי סוויוועס האָט דער איבערברעכ־ווײַזער אַ פולקומ באַשטימ־טע גרייס. פאַר לופט אונ גלאָז איז דער איבערברעכ־ווײַזער גלײַכ צו 1,5; פאַר לופט אונ וואַסער — 1,3; פאַר לופט אונ דימענט — 2,5. וואָס אָפּטיש־געדיכטער עס איז די סוויווע, אַלצ שטאַרקער ברעכט זיכ איבער דער שײַנ־שטראַל, וואָס גייט אינ איר אַרײַנ. פונ דער אַנדערער זײַט, ווייסנ מיר, אַז אָפּטיש געדיכטער איז יענע סוויווע, אינ וועלכער די גיכקײַט פונ שײַנ איז קלענער. עס איז פעסטגעשטעלט, אַז דער איבערברעכ־ווײַזער איז צופעליק גלײַכ צו דער פאַרהעלטעניש פונ דער גיכקײַט פונ שײַנ אינ די געגעבענע סוויוועס. די גיכקײַט פונ שײַנ אינ דער לופט איז גלײַכ צו 300 000 $\frac{\text{קמ}}{\text{סעק.}}$; די גיכקײַט פונ שײַנ אינ וואַסער איז באַ 230 000 $\frac{\text{קמ}}{\text{סעק.}}$; דערפונ איז דער איבערברעכ־ווײַזער צווישנ וואַסער אונ לופט גלײַכ צו:

$$\frac{300\,000}{230\,000}=1{,}3$$

אינ דער טאַבעלע ווערנ געבראַכט די איבערברעכ־ווײַזערס פונ פאַרשיידענע סווי־וועס אינ באַצוג צו עטער (קימאַט די זעלבע — אויכ אינ באַצוג צו לופט).

איבערברעכ־ווײַזערס:

| | | | |
|---|---|---|---|
| וואַסער | 1,3 | גלאָז (קראָנגלאָז) | 1,5 |
| ספּירט | 1,4 | גלאָז (פלינטגלאָז) | 1,7—1,9 |
| טערפּענטינ | 1,5 | דימענט | 2,5 |

### פראַגעס.

355. באַ וועלכנ באַדינג גייט דער שטראַל דורכ דורכ צוויי פאַרשיידענע סוויוועס, ניט איבערברעכנ־דיק זיכ?

356. באַשטימט די גיכקײַט פונ שײַנ אינ דימענט.

357. אַ שײַנ־שטראַל גייט אַריבער פונ וואַסער איז גלאָז; רעכנט אויס דעמ איבערברעכ־ווײַזער פונ גלאָז אינ באַצוג צו וואַסער.

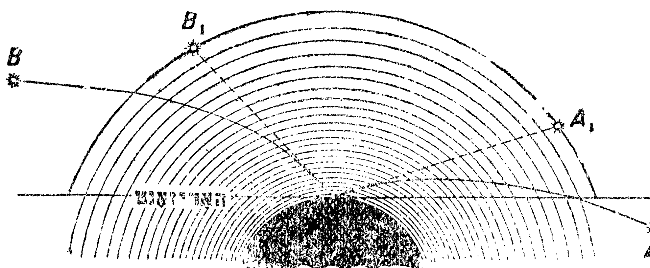
**114. אָפּטישע דערשײַנונגענ אינ דער אַטמאָספער.** די אָפּטישע גע־דיכטקײַט פונ דער לופט הענגט אָפּ סײַ פונ דער טעמפּעראַטור פונ לופט, סײַ פונ דעמ דרוק.

די שיכטנ לופט, וואָס געפינענ זיכ נעענטער צו דער ערד־אויבערפלאַכ, האָבנ אַ גרעסערע אָפּטישע געדיכטקײַט, איידער די אייבערשטע שיכטנ אַטמאָספער.

אַ שײַנ־שטראַל, וואָס גייט פונ אַוועלכנ סע ניט איז שטערנ, דערגרייכט די אויבערפלאַכ פונ דער ערד, דורכגייענדיק דורכ דער גאַנצער גרעב פונ דער ערד־אַטמאָספער. באַמ דורכגיינ דורכ פאַרשיידענע שיכטנ פונ דער אַטמאָספער ווערט דער שטראַל אויסגעקרימט, אונ דער שטערנ זעט אויס דעמ באַאָבאַכטער העכער, איידער ער געפינט זיכ אינ דער ווירקלעכקײַט (פיג. 184). די דאָזיקע אויסקרימונג פונעמ

שטראַל הייסט אטמאָספערישע רעפראקציע[1]. וואָס נעענטער דער הימל־קערפּער איז צום האָריזאָנט, אַלץ מער ווערט אויסגעקרימט דער שטראַל.

אַף דער פיג. 184 זעט מען, אַז דער הימל־קערפּער $A$ איז שוין פארגאנגען הינטערן האָריזאָנט, נאָר דער באאָבאכטער זעט נאָך אים אינעם פונקט $A_1$ העכער פונעם האָריזאָנט. די אטמאָספערישע רעפראקציע ווירקט אַף דער לענג פון טאָג. אדאנק



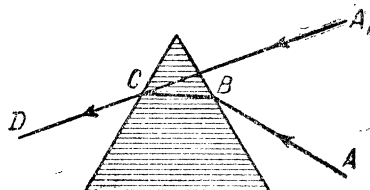

פיג. 184. רעפראקציע.

דער רעפראקציע זעט מען די זון איבערן האָריזאָנט, כאָטש אין דער ווירקלעכקייט האָט זי זיך שוין אראָפּגעלאָזט אונטערן האָריזאָנט, אָדער זי איז נאָך ניט אויפגעגאנגען.

לאָמיר אָנגלייען אַף א ספירט־לעמפּל אוואָסער ניט איז מעטאַלענע פלאסטינקע. איבער דער פלאסטינקע אנטשטייען דערביי אויפשטייגנדיקע לופט־שטראָמען. ווען מע קוקט דורך אַזעלכע שטייגנדיקע שטראָמען אַף א דערווייטערטן געגנשטאנד, ווייזט זיך אויס דער געגנשטאנד, ווי א וואקלדיקער, ציטערנדיקער. אַזא ציטערן פון דערווייטערטע געגנשטאנדן קאָן מען באמערקן זומער לעבן הייסן באָדן פון פעלד, איבער דעכער, אָנגעברענטע פון דער זון, קוימענס א. אַז. וו., ווען פון זיי גייט הייסע לופט. באנאכט זעט מען דאָס שימערירן פון שטערן. די דאָזיקע וואקלונגען ווערן ארויסגערופן דורך דער איבערברעכונג פון די שיין־שטראַלן. וואָס ענדערן זיך צוליב די לופט־שטראָמען פון א פארשיידענער טעמפּעראַטור.

## 115. איבערברעכונג אין א דרייווענטלדיקער פּריזמע.

אויב מע זאָל באטראכטן אַזעלכן עס איז געגנשטאנד $A$ דורך א דרייווענטלדיקער פּריזמע, דוכט זיך אויס, אַז דער געגנשטאנד איז אָפּגערוקט צום שפּיץ פון ווינקל, וואָס איז געבילדעט פון די פלאכן, דורך וועלכע עס גייט דער שטראַל (פיג. 185).




פיג. 185. דער גאנג פון די שטראַלן דורך א דרייקאנטיקער פּריזמע.

די דאָזיקע דערשיינונג דערקלערט זיך מיטן גאנג פון שטראַל דורך דער פּריזמע.

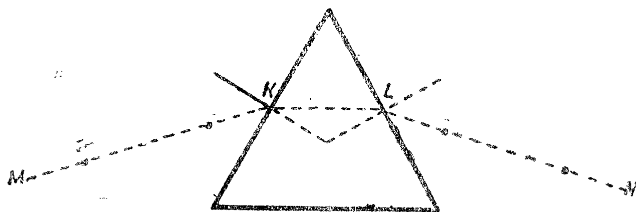
דער שיין־שטראַל פון דעם קעגנשטאנד $A$, פאלנדיק אַף דער פּריזמע אינעם פונקט $B$, ברעכט זיך איבער און גייט אין דער פּריזמע אין דער ריכטונג $BC$. דערגייענדיק ביזן צווייטן ווענטל פון דער פּריזמע,

[1] רעפראקציע באטייט איבערברעכונג.

ברעכט זיך דער שטראַל נאָכאַמאָל איבער, אָפּנייגנדיק זיך צו דעם באַזיס פון דער פּריזמע. אין רעזולטאַט פון דעם דוכט זיך דעם באַאָבאַכטער, אַז דער שטראַל גייט פונעם פּונקט $A_1$, וועלכער ליגט אויף דער גראָדער, וואָס איז אַ פאָרזעצונג פון דעם שטראַל $CD$.

> **אַ שײַן־שטראַל, דורכגייענדיק דורך אַ פּריזמע, נייגט זיך אָפּ צו דעם באַזיס פון דער פּריזמע. די אָפּנייגונג איז אַלץ גרעסער, וואָס גרעסער עס איז דער ווינקל, אונטער וועלכן עס זײַנען אָנגעגייגט איינער צום אַנדערן די ווענטלעך פון דער פּריזמע. דער דאָזיקער ווינקל הייסט איבערברעכנדיקער ווינקל פון דער פּריזמע.**

116. **לאַבאָראַטאָרישע אַרבעט 3.** ציל פון דער אַרבעט: אויספאָרשן דעם גאַנג פון אַ שטראַל אין אַ פּריזמע און פאַרגלײַכן די ריכטונג פונעם שטראַל, וואָס גייט אַרײַן אין דער פּריזמע מיט דער ריכטונג פונעם שטראַל, וואָס גייט אַרויס פון דער פּריזמע.




פיג. 186.

לייגט אַוועק אויפן טיש אַ ווײַסן בויגן פּאַפּיר, און אינמיטן שטעלט אַוועק אַ פּריזמע (פיג. 186). שטעכט אַרײַן שפּילקעס: איינע $N$ אָפּגערוקט פון דער פּריזמע, די צווייטע $L$ — האַרט לעבן פּריזמע. שטעלט אײַן דאָס אויג אַזוי, אַז איין שפּילקע זאָל פאַרשטעלן די אַנדערע, און שטעכט אַרײַן אַ 3־טע שפּילקע $K$ לעבן פּריזמע פון דער אַנדערער זײַט, און אַ 4-טע אָפּגערוקט פון פּריזמע — אין $M$, אַזוי אַז באַם קוקן אויף די שפּילקעס דורך דער פּריזמע, זאָלן אַלע פיר שפּילקעס פאַרשטעלן איינע די אַנדערע. די ערשטע צוויי שפּילקעס וועלן באַווײַזן די ריכטונג פון דעם פאַלנדיקן שטראַל, די 3־טע און 4־טע שפּילקע — די ריכטונג פון דעם אַרויסגייענדיקן שטראַל.

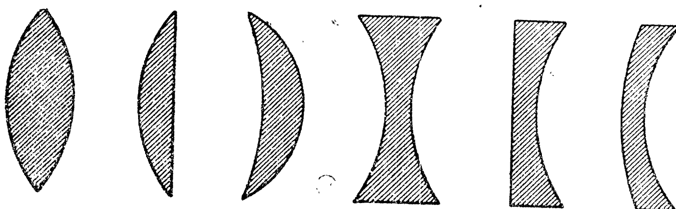
פירט אַרום מיטן שפּיץ בלײַער די פּריזמע און נעמט זי אַראָפּ, ניט טשעפּענדיק די שפּילקעס לייגט צו אַ ווירע פּריִער צו דער 1־טער און 2־טער שפּילקע. און נאָכדעם אויך צו דער 3־טער און 4-טער און צייכנט אָן די ריכטונג פון דעם שטראַל, וואָס גייט אַרײַן און וואָס גייט אַרויס פון פּריזמע. וואָס באַווײַזט די ליניע, וואָס פאַרייניקט די שפּילקעס $K$ און $L$? וויאַזוי נייגט זיך אָפּ דער שטראַל, וואָס גייט אַרויס פון פּריזמע—אין דער ריכטונג צו דעם טייל פּריזמע, וואָס ווערט ברייטער, אָדער צו דעם טייל, וואָס ווערט שמעלער?

117. **לינדזעס.** דאָס וואָרט לינדזע איז אַ דײַטשיש וואָרט. לינדזעס הייסן גלעזער פון פאַרשיידענער פאָרם, וואָס ווערן גענוצט אויף צו מאַכן פאַרשיידנערליי אָפּטישע אינסטרומענטן. די אַמערסטן פאַרשפּרייטע פאָרם פון לינדזעס — דאָס זײַנען פאַרגרעסער־גלעזער. די פאָרם פון אַ פאַרגרעסער־גלאָז, וואָס אירע ביידע זײַטן שטעלן מיט זיך פאָר ספערישע איבערפלאַכן [1], איז זייער ענלעך אויף דער פאָרם

[1] ספערישע איבערפלאַך — איבערפלאַך פון אַ קײַלעך.

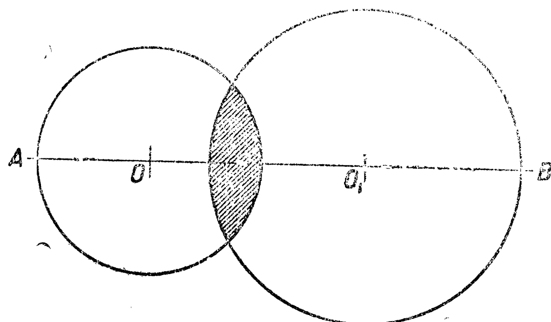
פון א לינדזע, און דעריבער ווערן אלע אָפּטישע גלעזער ביכלאל אָנגערופן לינדזעס (פיג. 187).

אויב די אויבערפלאך, וואָס באַגרענעצט די לינדזע, איז די אויסערלעכע אויבער־פלאך פון א קײַלעך, ווערט די דאָזיקע אויבערפלאך אָנגערופן ארויסגעבויגענע. אויב די אויבערפלאך, וואָס באַגרענעצט די לינדזע, איז די אינערלעכע אויבערפלאך פון



פיג. 187. פארשיידענע פאָרמען פון לינדזעס.

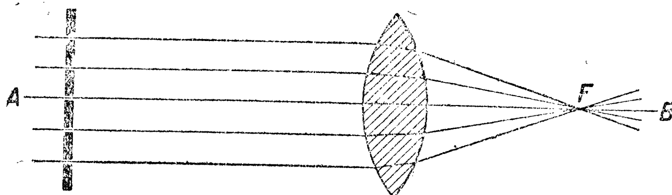
א קײַלעך, ווערט די דאָזיקע אויבערפלאך אָנגערופן ארײַנגעבויגענע. אָפטמאָל איז איינע פון די אויבערפלאכן פון א לינדזע א פלאכע. באַ יעדער לינדזע זײַנען פאראן צוויי אויבערפלאכן, און יעדערע פון זיי קאָן זײַן אָדער אַן ארויסגעבויגענע, אָדער אַן ארײַנגעבויגענע, אָדער א פלאכע. דעריבער קאָנען זײַן די לינדזעס פון פארשיידענע פאָרמען: דאָפּלט־ארויסגעבויגענע, דאָפּלט־ארײַנגעבויגענע, פלאך־ארויסגעבויגענע, פלאך־ארײַנגעבויגענע, ארויסגעבויגן־ארײַנגעבויגענע, ארײַנגעבויגן־ארויסגעבויגענע (פיג. 187).




פיג. 188. אָפּטישע אקס.

די ליניע $AB$, וואָס גייט דורך די צענטערס $O$ און $O_1$ פון די ספערישע אויבערפלאכן, וואָס באַגרענעצן די לינדזע, הייסט אָפּטישע אקס פון דער לינדזע (פיג. 188).

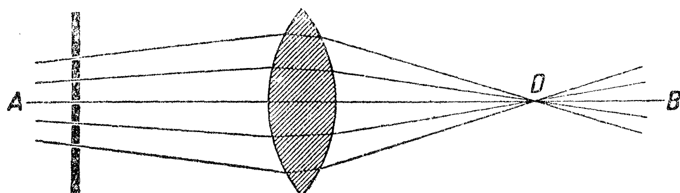
קעדיי נאָכצושפּירן, וויאַזוי עס גייט א שטראל אין א צילינדרישער לינדזע,




פיג. 189.

וועלן מיר זיך באַנוצן מיט א לינדזע, וואָס איז באַגרענעצט ניט מיט קיין קײַלעכ־אויבערפלאכן, נאָר מיט צילינדרישע אויבערפלאכן.

צופעסטיקנדיק א צילינדרישע דאָפּלט־אויסגעבויגענע לינדזע אפ א ברעט, וואָס איז באַדעקט מיט א ווײַסנ מאטעווונ פּאפּיר, לאָזנ מיר א בינטל שטראלנ פּאראלעל צו דער אָפּטישער אקס פונ דער לינדזע. מיר באמערקנ, אז דורכגייענדיק דורכ דער לינדזע, פארבלײַבנ ניט די שטראלנ קיינ פּאראלעלע, נאָר זיי ברעכנ זיכ איבער אונ זאמלענ זיכ צונויפ אפ דער אָפּטישער אקס פונ דער לינדזע אינ איינ פּונקט (פּיג. 189). דעמ פּונקט $F$, ווו עס זאמלענ זיכ צונויפ די שטראלנ, וואָס זײַנענ פּאראלעל צו דער

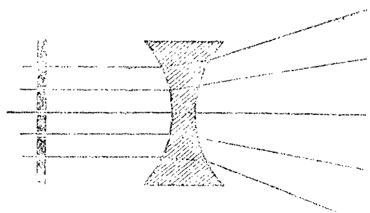



פּיג. 190.

אָפּטישער אקס, נאָכנ דורכגיינ דורכ דער לינדזע, וועלנ מיר אָנרופנ **הויפּט־פאָקוס פונ דער לינדזע.**

דער אָפּשטאנד פונ דעמ מיטלסטנ פּונקט פונ דער לינדזע ביז דעמ הויפּט־פאָקוס פונ דער לינדזע הייסט **פאָקוס־אָפּשטאנד.**

מירנ לאָזנ אפ דער לינדזע עטלעכע שטראלנ, וואָס זײַנענ ניטפּאראלעל צו דער אקס פונ דער לינדזע אונ וואָס גייענ פונ א קוואל, וועלכער געפינט זיכ הינטערנ הויפּט־פאָקוס. די דאָזיקע שטראלנ באמ דורכגיינ דורכ דער לינדזע ווערנ אויכ איבערגעבראָכנ אונ זאמלענ זיכ צונויפ אינ דעמ פּונקט $D$, וואָס פאלט ניט צונויפ מיטנ הויפּט־פאָקוס פונ דער לינדזע (פּיג. 190).



פּיג. 191.

אויב א שטראל גייט דורכ דורכנ מיטנ פונ דער לינדזע, ברעכט ער זיכ איבער אזוי, אז דער שטראל, וואָס איז ארויסגעגאנגענ פונ דער לינדזע, איז פּאראלעל צו דעמ פאלנדיקנ שטראל. אויב די לינדזע איז א דינע, קאָנ מענ אומגעפער רעכענענ, אז דער שטראל, וואָס גייט דורכ דורכנ מיטנ פונ דער לינדזע, ברעכט זיכ ניט איבער.

ווענ די שטראלנ גייענ דורכ דורכ אנ ארײַנגעבויגענער לינדזע, זעענ מיר אנ אנדער בילד.

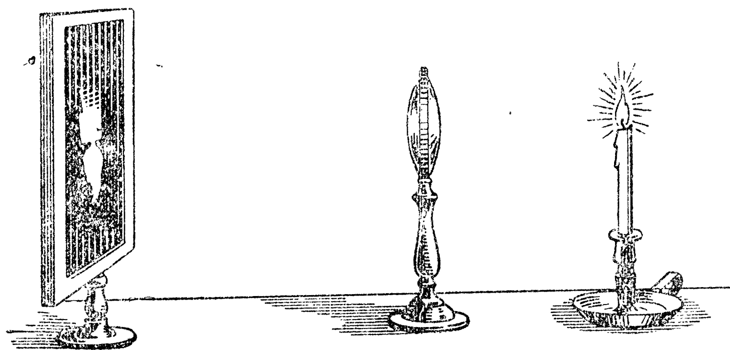
וואָס פאר א ריכטונג עס זאָלנ ניט האָבנ די שטראלנ, וואָס פאלנ אפ א ארײַנגעבויגענער לינדזע, גייענ זיי זיכ פאנאנדער באמ ארויסגייג פונ דער לינדזע (פּיג. 191). **ארויסגעבויגענע לינדזעס הייסנ זאמל־לינדזעס; ארײַנגעבויגענע לינדזעס — צעזיי־לינדזעס.**

אלע עקספּערימענטנ, וואָס מיר האָבנ געמאכט מיט צילינדרישע לינדזעס, קאָנ מענ מאכנ אויכ מיט ספערישע לינדזעס.

מירנ דורכלאָזנ די שטראלנ, וואָס פאלנ פונ דער זונ דורכ אנ ארויסגעבויגענער לינדזע. פונ דער אנדערער זײַט לינדזע באקומט זיכ אינעמ פאָקוס פונ דער לינדזע א

העלע, נאָר זייער א קליינע אָפּבילדונג פונ דער זונ. מיט די זונשטראלנ, וואָס זייַנענ צונויפגעזאמלט אפ אזא אויפנ, קאָנ מענ דורכברענענ פּאפּיר, באזונדערס אויב די שטראלנ זייַנענ ניט דורכגעגאנגענ דורכ א שויב אונ אויב מע זאָל נעמענ ניט קיינ ווייַסנ פּאפּיר, נאָר שווארצנ.

אויסמעסטנדיק דעמ אָפּשטאנד פונ דעמ מיטנ לינדזע ביזנ עקראנ, אפ וועלכנ עס זייַנענ צונויפגעזאמלט די זונ־שטראלנ, וועלנ מיר באשטימענ דעמ פּאָקוס־אָפּשטאנד פונ דער לינדזע. לאָמיר פארשרייַבנ דעמ דאָזיקנ אָפּשטאנד אונ פארגלייַכנ אימ מיטנ פּאָקוס־אָפּשטאנד פונ א צווייטער ארויסגעבויגענער לינדזע.



פיג. 192.

עס ווייַזט זיכ ארויס, אז פארשיידענע לינדזעס האָבנ פארשיידענע פּאָקוס־אָפּשטאנדנ. דער פּאָקוס־אָפּשטאנד פונ לינדזעס, וואָס זייַנענ געמאכט געוואָרנ פונ איינעמ אונ דעמ זעלבנ מאטעריאל, הענגט אָפּ פונ דער קרומקייַט פונ די אויבער־פלאכנ, וואָס באגרענעצנ די לינדזע. וואָס מער ארויסגעבויגנ עס איז די לינדזע, וואָס קלענער עס זייַנענ די ראדיוסנ פונ די קייַלעכ־אויבערפלאכנ, וואָס באגרענעצנ זי, אלצ קלענער איז דער פּאָקוס־אָפּשטאנד פונ דער לינדזע.

וואָס קירצער עס איז דער פּאָקוס־אָפּשטאנד, אלצ גרעסער איז די איבערברעכ־אייגנשאפט פונ דער לינדזע.

אפ צו פארגלייַכנ די איבערברעכ־אייגנשאפטנ פונ פארשיידענע לינדזעס ווענדעט מענ אָנ א ספּעציעלנ איינס — ד י אָ פּ ט ר י ע.

א לינדזע, וואָס איר פּאָקוס־אָפּשטאנד איז 100 סמ (1 מ), רופט מענ אָנ ל י נ ד ז ע פונ 1 ד י אָ פּ ט ר י ע. וואָס קלענער עס איז דער פּאָקוס־אָפּשטאנד, אלצ מער דיאָפּטריעס האָט די לינדזע. א לינדזע מיט א פּאָקוס־אָפּשטאנד פונ $\frac{1}{2}$ מ האָט 2 דיאָפּטריעס, א לינדזע מיט א פּאָקוס־אָפּשטאנד פונ 20 סמ ($\frac{1}{5}$ מ) האָט 5 דיאָפּטריעס; פארקערט, א לינדזע מיט א פּאָקוס־אָפּשטאנד פונ 2 מ האָט 0,5 דיאָפּטריעס אונ אז. וו.

מיט דער הילפ פונ א דאָפּלט־ארויסגעבויגענער לינדזע קאָנ מענ באקומענ אפ אנ עקראנ אנ אָפּבילדונג (בילד) פונ לייַכטנדיקע אָדער פונ באלויכטענע געגנשטאנדנ.

איבערוקנדיק צווישנ אנ אָנגעצונדענער ליכט אונ אנ עקראנ א דאָפּלט־ארויסגעבויגענע לינדזע, קאָנ מענ געפינענ אזא לאגע פונ דער לינדזע, בייַ וועלכער אפנ

עקראן באקומט זיך א דײַטלעכע, נאָר איבערגעקערטע אָפּבילדונג פון דעם ליכט־פלאם (פיג. 152).

אז מירן דערנעענטערן די לינדזע צו דער ליכט, איז קעדיי צו באקומען דעם בילד פון דער ליכט אפן עקראן, וועט אויסקומען אָפּרוקן דעם עקראן ווײַטער. דערבײַ וועט דאָס בילד פארגרעסערט, נאָר עס פארבלײַבט איבערגעקערט.

וואָס נעענטער מיר שטעלן די ליכט צו דער לינדזע, אלץ ווײַטער קומט אויס אָפּצורוקן דעם עקראן און אלץ גרעסער באקומט זיך דאָס בילד.

מע מוז באמערקן, אז קעדיי צו באקומען פארגרעסערטע בילדער פון דער ליכט, טאָר מען ניט דערנעענטערן די ליכט צו דער לינדזע אומבאגרענעצט נאָענט. אויב די ליכט וועט זיך געפינען אפ א קלענערן אָפּשטאנד, איידער דער פאָקוס־אָפּשטאנד פון דער לינדזע, וועלן מיר קיינשום בילד אפן עקראן ניט באקומען, ווי ווײַט מיר זאָלן דעם עקראן ניט אָפּרוקן.

פארקערט, אָפּרוקנדיק די לינדזעס פון דער ליכט, באקומען מיר אפן עקראן אלץ קלענערע בילדער, דערבײַ קומט אויס דעם עקראן שטעלן אלץ נעענטער צו דער לינדזע. מע טאָר אָבער אים ניט צורוקן צו דער לינדזע אפ אן אָפּשטאנד א קלענערן פון איר פאָקוס־אָפּשטאנד.

די אָפּבילדונג פון א ליכט אפן עקראן קאָן מען באקומען מיט יעדער ארויסגעבויגענער לינדזע, נאָר די אָפּשטאנדן פון דער ליכט און עקראן ביז דער לינדזע הענגען אָפּ פונעם פאָקוס־אָפּשטאנד פון דער לינדזע.

עס איז פעסטגעשטעלט, אז צווישן דעם אָפּשטאנד פון דער לינדזע ביז דער ליכט $(a)$, פון דער לינדזע ביזן עקראן $(b)$ און דעם פאָקוס־אָפּשטאנד פון דער לינדזע $F$ עקזיסטירט אן אָפּהענגיקײַט, וועלכע ווערט אויסגעדריקט דורך דער פאָלגנדיקער פאָרמול:

$$\frac{1}{a}+\frac{1}{b}=\frac{1}{F}.$$

**118. לאבאָראטאָרישע ארבעט 4.** ציל פון דער ארבעט: **אויספאָרשן די אָפּבילדונג וואָס באקומט זיך מיט דער הילף פון אן ארויסגעבויגענער לינדזע.**

מכשירים: א דאָפּלט־ארויסגעבויגענע לינדזע, א מאסשטאב, אן עקראן, א לאמטערן מיט אן עלעקטריש לעמפל מיט א מאטעווע גלאָז, וואָס האָט טיילונגען. דער לאמטערן דארף זײַן פארמאכט מיט א פארוקער, אין וועלכן עס איז אויסגעשניטן א בוכשטאב.

1. ענדערנדיק דעם אָפּשטאנד פונעם מאטעווע גלאָז פון דעם לאמטערן ביז דער לינדזע, שטעלט אײַן דעם עקראן אזוי, אז אפ אים זאָל זיך באקומען א דײַטלעכע בילד פון דעם אויסגעשניטענעם בוכשטאב. דעם אָפּשטאנד פון דער לינדזע ביזן לאמטערן $(a)$ און דעם אָפּשטאנד פון דער לינדזע ביזן עקראן $(b)$ פארשרײַבט אין א טאבעלע.

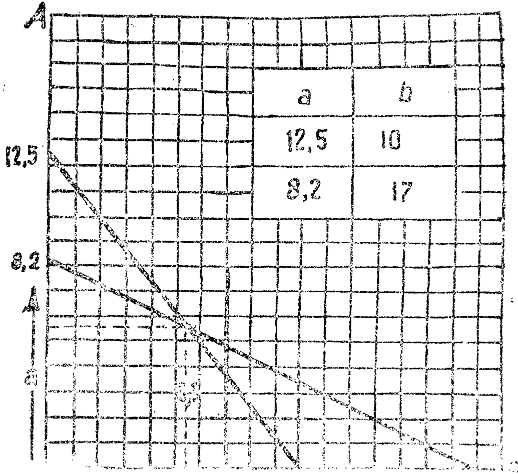
דער פאָקוס־אָפּשטאנד פון דער לינדזע סמ... $F=$

| אָפּשטאנדן | | די גרייס פונעם געגנשטאנד $A$ | די גרייס פונעם בילד $B$ |
|---|---|---|---|
| פונעם געגנשטאנד ביז דער לינדזע $a$ | פונעם עקראן ביז דער לינדזע $b$ | | |
| | | | |

2. מעסט אויס די גרייס פון דעם אויסגעשניטענעם בוכשטאַב $A$ און פון זײַן בילד $B$ און פאַר־גלײַכט די פאַרהעלטענישן $\frac{A}{B}$ און $\frac{a}{b}$.

## פּראַגעס.

358. וועלכע בילדער באַקומען זיך אויפן עקראַן מיט דער הילף פון א דאָפּלט־אַרויסגעבויגענער לינדזע: גלײַכע אָדער איבערגעקערטע?




פיג. 193. א גראַפיק צו דער לאַבאָראַטאָרישער אַרבעט.

359. בא וועלכע באַדינגונגען קאָן מען מיט דער הילף פון א לינדזע ניט באַקומען קיין בילד?

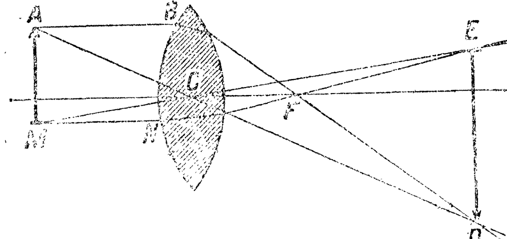
360. צו וואָס איז גלײַך דער פאָקוס־אָפּשטאַנד פון דער לינדזע, וואָס איר האָט אויסגעפּאָרשט?

361. צי ווערט דערוויזן עקספּערי־מענטאַל די פאָרמול:

$$\frac{1}{a}+\frac{1}{b}=\frac{1}{F}?$$

362. אויף געקעסטלט פּאַפּיר מאַכט קאָאָרדינאַט־אַקסן $AO$ און $OB$, מערקט אָן זיי אויף דעם אָפּשטאַנד פון $a$ און $b$ פאַר יעטווידער עקספּערימענט. פאַרביי־נדיק די אַנטשפּרעכיקע פּונקטן $a$ און $b$ מיט גראָדע, געפינט דעם דורכשנייד־פּונקט פון די דאָזיקע גראָדע $F$. דער אָפּשטאַנד פונעם פּונקט $F$ ביז די קאָאָרדינאַטן־אַקסן $OB$ אָדער $OA$ איז דער פאָקוס־אָפּשטאַנד פון דער לינדזע (פיג. 193).

**119. געאָמעטרישע קאָנסטרויִרונג פון אָפּבילדונגען.** מיר האָבן געזען, אַז: 1) א שטראַל, וואָס פאַלט אויף א לינדזע פּאַראַלעל צו איר אָפּטישער אַקס, גייט דורך, נאָכן איבערברעכן זיך, דורך דעם הויפּט־פאָקוס פון דער לינדזע; 2) מע קאָן רעכענען, אַז א שטראַל, וואָס גייט דורך דורכן מיטן פון דער לינדזע, ברעכט זיך ניט איבער.




פיג. 194. געאָמעטרישע קאָנסטרויִרונג פון אָפּבילדונגען.

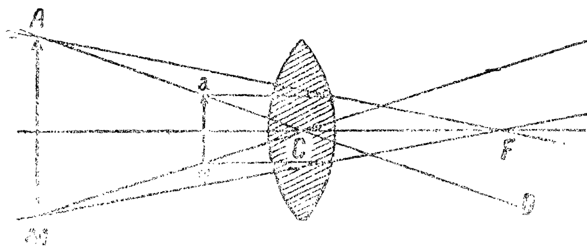
דער פּונקט אין דער לינדזע, דורך וועלכן א שטראַל גייט דורך, ניט איבערברעכנדיק זיך, הייסט **אָפּטישער צענטער פון דער לינדזע.**

לאָמיר זיך פאָרשטעלן, אַז פונעם פּונקט $A$ פון א לײַכטנדיקן געגנשטאַנד פאַלט אויף א לינדזע א בינטל שטראַלן (פיג. 194). דאָס דאָזיקע בינטל זיך פאַנאַנדער־גייענדיקע שטראַלן ווערט צונויפגעזאַמלט דורך דער לינדזע אין א באַשטימטן פּונקט. קעדיי צו געפינען דעמדאָזיקן פּונקט דורך א געאָמעטרישער צייכענונג, לאָמיר אויס־טיילן פונעם בינטל צוויי שטראַלן. דער שטראַל $AB$, וואָס איז פּאַראַלעל צו דער אָפּטישער אַקס, וועט, איבערברעכנדיק זיך, דורכגיין דורכן הויפּט־פאָקוס $F$ פון

דער לינדזע. א צווייטער שטראַל $AC$, וואָס גייט דורך דורך דעם אָפּטישן צענטער $C$ פון דער לינדזע, וועט זיך ניט איבערברעכן. די דאָזיקע ביידע שטראַלן שנײַדן זיך דורך אין דעם פּונקט $D$. אין דעם דאָזיקן פּונקט וועלן זיך צונויפקומען אויך אַלע אַנדערע שטראַלן, וואָס גייען פון דעם פּונקט $A$. הייסט עס, אין דעם פּונקט $D$ באַקומען מיר די אָפּבילדונג פון דעם פּונקט $A$.

פּונקט אַזוי קאָן מען, דורכפירנדיק צוויי שטראַלן $MN$ און $MC$ פונעם פּונקט $M$, באַקומען דעם פּונקט $E$ — די אָפּבילדונג פונעם פּונקט $M$. צווישן די פּונקטן $E$ און $D$ באַקומען זיך די אָפּבילדונגען פון די איבעריקע פּונקטן פונעם געגנשטאַנד $AM$. ווי עס איז צו זען פונעם געמעל, האָט זיך די אָפּבילדונג באַקומען א פאַרקערטע.

לאָמיר אָנצייכענען דעם גאַנג פון די שטראַלן פאַר דעם פאַל, ווען דער געגנשטאַנד $AM$ געפינט זיך נעענטער פונעם פאָקוס־אָפּשטאַנד (פיג. 195).



פיג. 195.

דער שטראַל $ab$, וואָס איז פּאַראַלעל צו דער אַקס, גייט דורך דורך $F$. דער שטראַל $aC$ גייט דורך, ניט איבערברעכנדיק זיך. די שטראַלן $bF$ און $CD$, וואָס זײַנען אַרויסגעגאַנגען פון דער לינדזע, גייען זיך פונאַנדער.

הייסט עס, אין ערגעץ הינטער דער לינדזע וועלן מיר ניט באַקומען די אָפּבילדונג פונעם פּונקט $A$. פאַרקערט, ווען מע זאָל קוקן דורך דער לינדזע אַפן געגנשטאַנד $AM$, וועט מען זען, אַז די שטראַלן גייען ניט פונעם פּונקט $a$, נאָר פונעם פּונקט $A$.

הינטער דער לינדזע זעען מיר א גלײַכע פאַרגרעסערטע אָפּבילדונג פון דעם געגנשטאַנד $AM$.

דער פּונקט $A$ הייסט די שײַנבאַרע (אומרעאַלע) אָפּבילדונג פונעם פּונקט $a$. מיטן זעלבן געבוי געפינען מיר דעם פּונקט $M$ — די שײַנבאַרע אָפּבילדונג פונעם פּונקט $m$.

**120. לופּע.** לופּע הייסט א דאָפּלט־אַרויסגעבויגענע לינדזע אָדער א סיסטעם לינדזעס, וואָס מיט איר הילף זעען מיר אין א פאַרגרעסערטער פאָרם ניט קיין גרויסע געגנשטאַנדן.

קעדיי צו זען דעם געגנשטאַנד אין א פאַרגרעסערטער פאָרם, מוז מען אים אײַנשטעלן צווישן דעם הויפּט־פאָקוס און דער לינדזע.

די פאַרגרעסערונג פון א לופּע הייסט די פאַרהעלטעניש צווישן דער גרייס פון דער אָפּבילדונג און דער גרייס פונעם געגנשטאַנד.

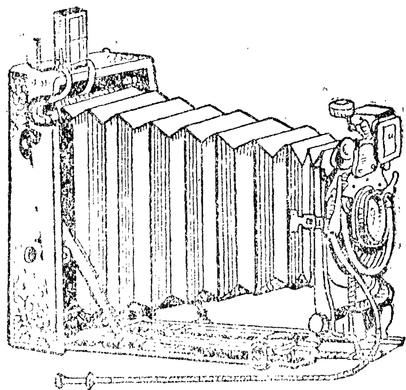
וואָס קירצער עס איז דער פאָקוס־אָפּשטאַנד פון א לופּע, אַלץ א שטאַרקערע פאַרגרעסערונג גיט זי.

אַף צו באַשטימען די פאַרגרעסערונג פון א לופּע קאָן מען נעמען א בויגן געקעסטלט פּאַפּיר און, אַוועקלייגנדיק איין העלפט פּאַפּיר אַפן טיש, צוטראָגן די צווייטע העלפט צו דער לופּע, דורך וועלכער מע באַטראַכט די קעסטלעך מיטן רעכטן אויג. אָפּציילנדיק די צאָל קעסטלעך, וועלכע מע זעט מיטן לינקן אויג, און וועלכע עס

באדעקט איין קעסטעלע, וואָס מע זעט דורך דער לופּע מיטן רעכטן אויג, באַשטימען מיר די פארגרעסערונג פון דער לופּע.

**121. פאָטאָגראפישער אפאראט.** א היינטצייטיקער פאָטאָגראפישער אפאראט איז געוויזן אפ דער פיג. 196.

אפן פאָדערשטן טייל פונעם אפאראט, וואָס איז געווענדעט צום געגנשטאנד, פון וועלכן מיר ווילן באקומען אן אָפּבילדונג, געפינט זיך דער אָביעקטיוו [1]. אפן הינטערשטן ווענטל פון אפאראט געפינט זיך א מאטעווע גלאָז. מיט דער הילף פון א גארמאָשקע אָדער דורך איבערוקן דעם אָביעקטיוו קאָן מען דעם אָביעקטיוו איינשטעלן אף אזא אָפּשטאנד פונעם מאַטעווו גלאָז פון אפאראט, אז אפן גלאָז וועט זיך באקומען א שארפע (קלאָרע) איבערגעקערטע אָפּבילדונג פון דעם געגנשטאנד, אף וועלכן עס איז אָנגעשטעלט דער אָביעקטיוו.



פיג. 196. פאָטאָגראפישער אפאראט.

אָנשטאָט דעם מאטעווו גלאָז שטעלט מען אריין אין אפאראט באם פאָטאָגראפירן א פלאכ קעסטעלע מיט א דעקל — א קאסעט, אין וועלכער עס געפינט זיך א פלאסטינקע, וואָס איז באדעקט מיט א ספעציעלן שיין־פילבארן שיכט.

אז מע עפנט דאָס דעקל פון דער קאסעט, וואָס געפינט זיך אין אפאראט, באַקומט זיך די אָפּבילדונג פון דעם פאָטאָגראפירטן געגנשטאנד, וועלכע איז געווען אפן מאטאָווו גלאָז, אף דעם שיין־פילבארן שיכט.





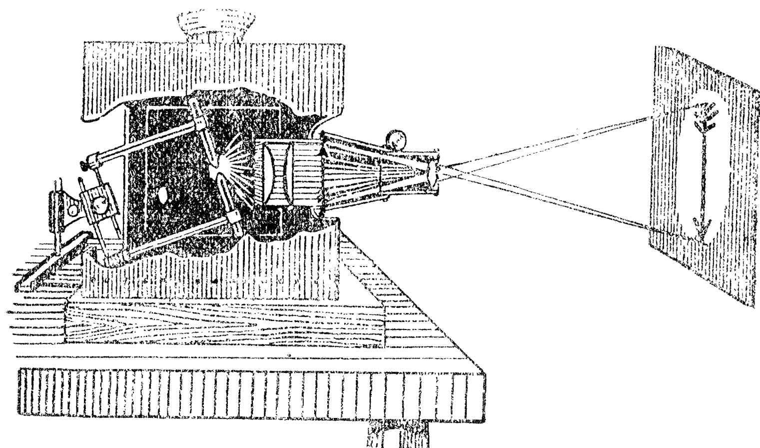
פיג. 197. נעגאטיוו און פּאָזיטיוו.

דאָס בראָמיקע זילבער, וואָס געפינט זיך אין שיין־פילבארן שיכט, ענדערט זיך אונטער דער ווירקונג פון שיין, כאָטש, ארויסנעמענדיק די פלאסטינקע פון דער קאסעט, באמערקן מיר ניט קיינשום ענדערונג. קעדיי די ענדערונג פונעם בראָמיקן

1) אָביעקטיוו—הייסט אין אָפּטישע מאכשירים א סיסטעם לינדזעס, וואָס איז געווענדעט צום אָביעקט—צום געגנשטאנד.

זילבער זאָל ווערן קענטיק, מוז מען אנטפּלעקן די פּלאַסטינקע. צוליב דעם גייט דורכ די פּלאַסטינקע א ווײַטערדיקע כעמישע באארבעטונג אינ א פינצטערנ צימער. מע לייגט זי אַרײַנ אינ א ספּעציעלנ צעלאָז — אנטפּלעקער. אינ דעם שײַנ־פּילבאַרנ שיכט באקומט זיכ א שווארצע אָפּבילדונג, וואָס באשטייט פינ מעטאַל־זילבער.

דאָס בראָמיקע זילבער, וואָס איז ניט באווירקט געוואָרנ פונ דער שײַנ, ווערט ניט אופגעשטעלט אונ ווערט דערווײַטערט פונ שיכט, צעגייענדיק אינ א צעלאָז פונ היפּאָ־סולפיט אינ וואסער. נאָכ דער דאָזיקער באארבעטונג ווערט די פּלאַסטינקע דורכגעוואשנ מיט ריינער וואסער אונ ווערט אויסגעטריקנט. נאָכנ אויסטריקנענ



פיג. 198. פּראָיעקציע־אפּאראט.

באקומט זיכ א פּאַרטיקער פאר דער ווײַטערדיקער ארבעט נעגאטיוו, אפ וועלכנ די העלע ערטער פונעם געגנשטאנד זײַנענ טונקעלע, אונ די טונקעלע — העלע (פיג. 197).

קעדיי צו באקומענ א פּאָזיטיוו, ד. ה. א בילד, אפ וועלכנ עס זאָלנ זײַנ ריכטיק פאַרגעשטעלט די טונקעלע אונ די העלע ערטער, לייגט מענ צו צום נעגאַטיוו א פּאַפּיר אָדער א פּלאַסטינקע, וואָס איז באדעקט מיט א שײַנ־פּילבאַרנ שיכט. באלײַכטנדיק די דאָזיקע פּלאַסטינקע דורכנ נעגאטיוו, באקומט מענ א פּאָזיטיוו, ד.ה. אזא בילד, אפ וועלכנ די טונקעלע אונ די העלע ערטער אנטשפּרעכנ דעם געגנשטאנד, וואָס מע האָט פאָטאָגראפירט.

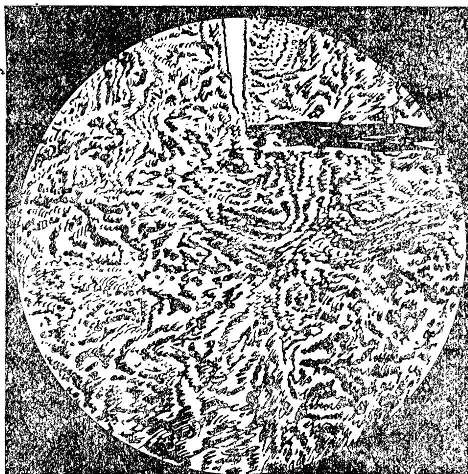
122. פּראָיעקציע־אפּאראט. דער פּראָיעקציע[1]־אפּאראט (פיג. 198) שטעלט מיט זיכ פאָר א מינ קעגנזאצ צו דער פאָטאָגראפישער קאמער.

אינעם פאָטאָגראפישנ אפּאראט באקומענ מיר אפנ מאטעווע גלאָז א פארקלענערט בילד פונ א דערווײַטערטנ געגנשטאנד. פאַרקערט, מיט דער הילפ פונ א פּראָיעקציע־אפּאראט באקומענ מיר אפ אנ עקראנ, וואָס איז דערווײַטערט פונעם אפּאראט, פארגרעסערטע אָפּבילדונגענ פונ ניט קיינ גרויסע העל באלויכטענע בילדער. א דורכזיכטיק בילד —

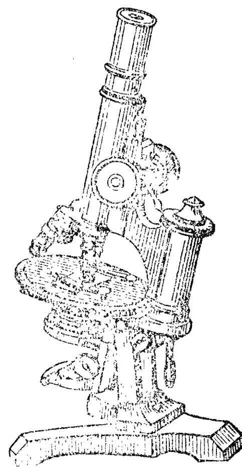
[1]) פּראָיעקציע — פונעם לאטײַנישנ וואָרט פּראָיציערע, וואָס באטײַט אָפּוואַרפנ.

**א ד י א פ אָ ז י ט י װ** — שטעלט מען אײַן הינטערן אָביעקטיװ אױף אַן אָפּשטאַנד, װאָס איז עטװאָס גרעסער פֿונעם פֿאָקוס־אָפּשטאַנד. הינטערן דיאַפּאָזיטיװ געפֿינט זיך אַ שטאַרקער שײַן־קװאַל, װאָס די שטראַלן פֿון אים, דורכגײענדיק דורך אַ סיסטעם לינדזעס, װעלכע הײסט **קאָ נ ד ע נ ס אָ ר**[1], און באַלײַכט גלײַכמעסיק דעם גאַנצן שטעקל פֿון דעם דיאַפּאָזיטיװ. אױפֿן עקראַן באַקומט זיך אַ פֿאַרגרעסערטע פֿאַרקערטע אָפּבילדונג.

**123. קינעמאַטאָגראַף.** די בילדער פֿון אַ קינעמאַטאָגראַף, אױף װעלכע מיר זעען באַװעגלעכע געגנשטאַנדן, װערן געגעבן אױפֿן עקראַן דורך אַזאַ פּראָיעקציע־אַפּאַראַט װי פֿאַר ניט־באַװעגלעכע בילדער, בלױז מיט דעם אונטערשײד, װאָס די אָפּבילדונג פֿון יעטװידער באַזונדערן בילד פֿאַרבלײַבט אױפֿן עקראַן זײער אַ קלײנע



פֿיג. 200. געבױ פֿון דאַמאַסקער שטאָל אונטערן מיקראָסקאָפּ.



פֿיג. 199. מיקראָסקאָפּ.

צײַט. אין 1 סעקונדע בײַטן זיך אױפֿן עקראַן ביז 20 בילדער, װאָס אױף יעדערן פֿון זײ פֿאַרנעמען די באַװעגלעכע געגנשטאַנדן אַ נײַע לאַגע, װעלכע שײדט זיך עטװאָס אונטער פֿונעם פֿאָריקן בילד. יעדער מאָל, װען עס בײַט זיך דאָס בילד, פֿאַרמאַכט זיך דער אָביעקטיװ, אַזױ אַז דער עקראַן בלײַבט אַ פֿינצטערער. זיצנדיק אין קינאָ, באַמערקן מיר ניט, ניט װי עס בײַטן זיך די בילדער, ניט די מאָמענטן, װען דער עקראַן בלײַבט אַ פֿינצטערער; דער אײַנדרוק פֿון די בילדער בײַט זיך נאָכאַנאַנד, אַזױ אַז אונדז דוכט זיך אױס, אַז די געגנשטאַנדן באַװעגן זיך נאָכאַנאַנד.

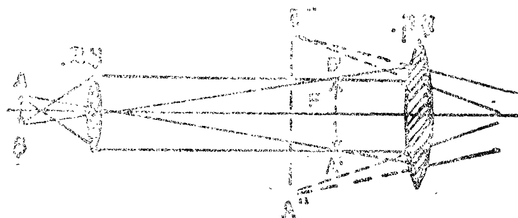
די דאָזיקע דערשײַנונג װערט דערקלערט מיט דעם, װאָס די אױפֿרײצונג פֿון דעם זע־נערװ, װעלכע עס רופֿט אַרױס אַ העל־באַלױכטענער געגנשטאַנד, װערט אײַנגעהיט אין אױג בײַ 0,1 סעקונדע נאָך דעם, װי דער געגנשטאַנד איז פֿאַרשװוּנדן. אַדאַנק דעם זעען מיר נאָך אין פֿאַרלױף פֿון 0,1 סעקונדע אױפֿן עקראַן דאָס בילד, כאָטש

1) **ק אָ נ ד ע נ ס אָ ר** — באַשטײט אױף לאַטײַן געדיכט מאַכן.

דאָס אַלטע בילד איז שוין אפּן עקראַן ניטאָ — עס האָט שוין באַוויזן פאַרביטן צו ווערן אַפּ אַ נײַ בילד. יעדער בילד פאַרבלײַבט אפּן עקראַן בא 0,04 סעקונדעס, דער אומבײַט פון די בילדער דויערט 0,02 סעקונדעס.

**124. מיקראָסקאָפּ.** קעדיי צו באַטראַכטן זייער קליינע געגנשטאַנדן, באַנוצט מען זיך מיט אַ מיקראָסקאָפּ (פיג. 199), וואָס מיט זײַן הילף קאָן מען באַקומען אַ פאַרגרעסערונג אין אַסאַך הונדערטער מאָל. בא הײַנטיקן טאָג זײַנען פאַראַן מיקראָסקאָפּן, וואָס פאַרגרעסערן אין 2 500 מאָל.

אַדאַנק דעם מיקראָסקאָפּ האָט זיך די וויסנשאַפט באַרײַכערט מיט נײַע קענטענישן. דורך מיקראָסקאָפּישע אויספאָרשונגען האָט מען אַנטדעקט די אויפרייצער פון אַ ריי קראַנקײַטן, און דערנאָך האָט מען געפונען מיטלען וויאַזוי צו קעמפן מיט די דאָזיקע אויפרייצער. מיקראָסקאָפּישע אויספאָרשונגען פון מעטאַלן האָבן אַ גוואַלדיקע באַדײַטונג אין דער מעטאַלורגיע. זיי גיבן אַ מעגלעכקײַט צו באַאָבאַכטן דעם אונטערשייד אין געבוי פון אַ מעטאַל, אָפּהענגיק פון זײַן באַשטאַנד און אויפן פון באַאַרבעטונג (פיג. 200).



פיג. 201. גאַנג פון די שטראַלן אין אַ מיקראָסקאָפּ.

אַ מיקראָסקאָפּ באַשטייט פון צוויי לינדזן־סיסטעמען. איינע פון די דאָזיקע סיסטעמען איז געווענדעט צום אָביעקט פון דער באַאָבאַכטונג — אָ ב י ע ק ט י װ, די צווייטע לינדזן־סיסטעם הייסט אָ ק ו ל י א ר[1]. די דאָזיקע לינדזן־סיסטעם איז געווענדעט צום אויג פון באַאָבאַכטער.

דער גאַנג פון די שטראַלן אין מיקראָסקאָפּ איז אָנגעצייכנט אַפּ דער פיג. 201. דער געגנשטאַנד $AB$ איז אײַנגעשטעלט צווישן דעם פאָקוס־אָפּשטאַנד און דעם טאָפּלטן פאָקוס־אָפּשטאַנד פון אַ קורצפאָקוסדיקן אָביעקטיוו, און צוליב דעם באַקומט זיך אינעווייניק אינעם מיקראָסקאָפּ־טרײַבל אַ פאַרגרעסערטע און איבערגעקערטע אָפּבילדונג פונעם געגנשטאַנד $A'B'$.

די דאָזיקע אָפּבילדונג באַטראַכט מען דורכן אָקוליאַר, וועלכער געפינט זיך פונעם בילד $A'B'$ אַפּ אַן אָפּשטאַנד, וואָס איז קלענער פון דעם פאָקוס־אָפּשטאַנד, און צוליב דעם דערזעען מיר, פונקט ווי באַם באַטראַכטן דורך אַ לופּע, אַ שײַנבאַרע פאַרגרעסערטע אָפּבילדונג $A''B''$.

**125. לאַבאָראַטאָרישע אַרבעט 5.** ציל פון דער אַרבעט: צונויפשטעלן אַ סכעמע פון אַ מיקראָסקאָפּ.

מאַכשירים: אַ לינדזע מיט זייער אַ קורצן פאָקוס־אָפּשטאַנד בא 1—1,5 סמ; אַ לינדזע מיט אַ פאָקוס־אָפּשטאַנד 3—4 סמ; אַ לאַמטערן מיט אַ מאַטעווע גלאָז און מיט אַן אָנגעצייכנטער נעץ אַפּן גלאָז; אַן עקראַן.

1. שטעלט אײַן דעם לאַמטערן, די קורצפאָקוסדיקע לינדזע און דעם עקראַן אַזוי, אַז אַפּן עקראַן זאָל זיך באַקומען אַ פאַרגרעסערטע אָפּבילדונג פון דער לאַמטערן־נעץ.

---

1) אָ ק ו ל י א ר — פונעם לאַטײַנישן וואָרט „אָקולוס" — אַן אויג.

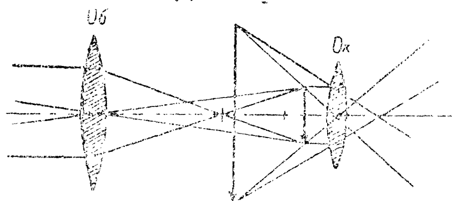
2. שטעלט אײַנ די לאנג־פּאָקוסדיקע לינדזע אנטקעגנ עקראנ אפ אזא אָפּשטאנד, אז דורכ דער לינדזע, פונקט ווי דורכ א לופּע, זאָל מענ קאָנענ זענ אינ א פארגרעסערטער פאָרמ די אָפּבילדונג פונ דער נעצ אפנ עקראנ.

3. גיט רירנדיק פונ אָרט דעמ לאמטערנ אונ די לינדזע, נעמט צו דעמ עקראנ.

קוקנדיק דורכ דער לאנגפּאָקוסדיקער לינדזע, ווי דורכנ אָקוליאר פונ א מיקראָסקאָפּ, דערזעט מענ די פארגרעסערטע אָפּבילדונג פונ דער לאמטערנ־נעצ.

## 126. טעלעסקאָפּ.

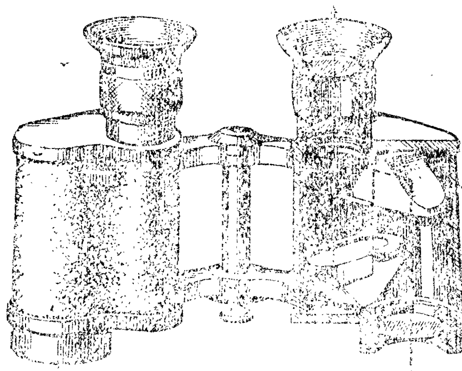
אפ באטראכטנ ווײַטע געגנשטאנדנ מאכט מענ אפּאראטנ, וועלכע הייסנ טעלעסקאָפּנ [1]). אזויווי דער מיקראָסקאָפּ, אזוי האָט אויכ דער טעלעסקאָפּ צוויי לינדזנ־סיסטעמענ. דער אָביעקטיוו (פיג. 202) גיט אינ דעמ טעלעסקאָפּ א פארקערטע פארקלענערטע אָפּבילדונג פונ דעמ געגנשטאנד, וועלכער ווערט באטראכט דורכנ אָקוליאר.

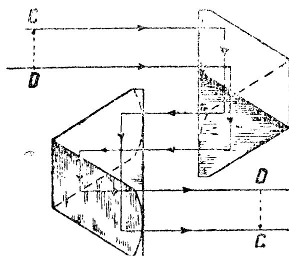


פיג. 202. גאנג פונ די שטראלנ אינ טעלעסקאָפּ.

קעדיי די אָפּבילדונגענ פונ ווײַטע געגנשטאנדנ זאָלנ זיכ באקומענ אי גרעסער, אי העלער, ווערט דער אָביעקטיוו פונ א טעלעסקאָפּ געמאכט מיט א גרויסנ פּאָקוס־אָפּשטאנד אונ פונ א גרויסנ דיאמעטער, קעדיי אריַינצונעמענ וואָס מער שטראלנ. דעמ אָקוליאר מאכט מענ א קורצפּאָקוסדיקנ, קעדיי צו באקומענ א שטארקערע פארגרעסערונג.

אויסער דער אָנווענדונג פונעמ טעלעסקאָפּ אינ אסטראָנאָמיע, ווערנ פארשיידנערליי מאכשירימ אפ צו באטראכטנ ווײַטע געגנשטאנדנ אָנגעווענדעט אינ מיליטערישנ וועזנ. אָפּטישע אָנצילערס אפ קוילנ־ווארפערס דערלויבנ זייער פּינקטלעכ אײַנצושטעלנ די קוילנווארפערס אינ ציל; די הארמאטנ־„פּאנאָראמעס", וואָס שטעלנ מיט זיכ פאָר קאָמפּליצירטע אפּאראטנ, פארייניקנ אינ זיכ אי א זע־טרויב, אי א פּינקטלעכנ ווינקלמעסטנדיקנ אינסטרומענט; סטערעאָטרויבנ דינענ אפ צו באָבאכטנ דעמ געגנער פונ פארשטעלטע ערטער. אינ די דאָזיקע אלע מאכשירימ זײַנענ אויסער אנ אָביעקטיוו אונ אנ אָקוליאר, פאראנ פּריזמעס אפ צו ענדערנ די ריכטונג פונעמ גאנג פונ די שטראלנ אונ אפ איבערצוקערנ די אָפּבילדונגענ, וועלכע באקומענ זיכ אינ א געוויינלעכנ טעלעסקאָפּ איבערגעקערטע.


פיג. 203. פּריזמאטישער בינאָקל.

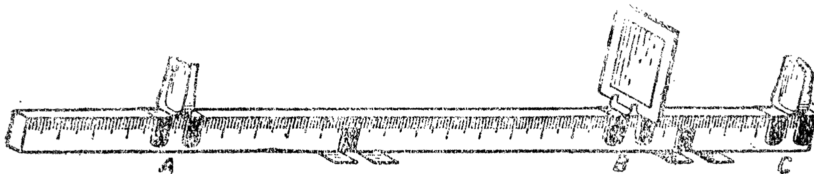


פיג. 204.

---

1) גריכישע ווערטער טעלע — ווײַט, סקאָפּעאָ — איכ זע.

127. בינאָקל. אײנער פונ די אמערסטנ באקאנטע אָפּטישע אפּאראטנ איז דער פּריזמאטישער בינאָקל (פיג. 203). ער שטעלט מיט זיכ פאָר צװײ פּאראלעל פּאריניקטע זע־טרײַבלעכ. די שטראלנ, נאָכנ דורכגײנ דעם אָביעקטיװ (פיג. 204), פאלנ אפ צװײ פּריזמעס, װאָס זײַנענ אײַנגעשטעלט אײנע נאָכ דער אנדערער. אינ יעדערער פונ זײ שפּיגלענ זײ זיכ אָפּ צװײ מאָל, אונ נאָכדעם פאלנ זײ אפנ אָקוליאר. אדאנק די פּריזמעס װערט די אָפּבילדונג איבערגעקערט (פיג. 204), אונ דער אפּאראט גופא האָט א קלענערע גרײס, אײדער א טעלעסקאָפּישע טרויב.



פיג. 205. צו דער לאבאָראטאָרישער ארבעט 6

אינ א געװײנלעכנ בינאָקל דינט אלס אָקוליאר א דאָפּל־ארײַנגעבויגענע לינדזע. אדאנק איר באקומט זיכ די אָפּבילדונג פונ דעם געגנשטאנד א גלײַכע.

128. לאבאָראטאָרישע ארבעט 6. ציל פונ דער ארבעט: באנוצנדיק זיכ מיט צװײ זאמל־לינדזעס, צונויפּשטעלנ א מאכשיר, װאָס מיט זײַנ הילף קאָנ מענ באטראכטנ װײַטע געגנשטאנדנ.

מאכשירימ אונ מאטעריאלנ: א לינדזע מיט א גרויסנ פאָקוס־אָפּשטאנד אפ אנ אונטערשטעל; א לינדזע מיט א קלײנעמ פאָקוס־אָפּשטאנד אפ אנ אונטערשטעל; א ליכט; א צײַטונג (מעלדונגענ); קנאָפּקעס; א מאסשטאב; אנ עקראנ אפ אנ אונטערשטעל (פיג. 205).

דעמ אָנהײב פונ דער ארבעט פירט מענ דורכ אינ א פארטונקלטנ צימער.

1. פעסטיקט צו װאָס װײַטער פונעמ ארבעט־טיש אפ דער װײַטסטער װאנט פונ לאבאָראטאָריע אפ דער הײכ פונ טיש א צײַטונג.

2. אפנ ארבעט־טיש שטעלט אײַנ די לינדזע $A$ מיטנ גרויסנ פאָקוס־אָפּשטאנד (פיג. 205) אונ באקוקט אפנ עקראנ $B$ די אָפּבילדונג פונ דער ליכט, װעלכע מע דארפ האלטנ לעבנ דער צײַטונג.

3. אפ דער היגטערשטער זײַט פונ עקראנ איז מיט א בלײַער אָנגעשריבנ א בוכשטאב. שטעלט אװעק די צװײטע לינדזע $C$ (מיטנ קלײנעמ פאָקוס־אָפּשטאנד) אזוי, אז עס זאָל זיכ זענ א פארגרעסערטע אָפּבילדונג פונ דעמ בוכשטאב.

4. מעסט אויס די אָפּשטאנדנ צװישנ די לינדזעס אונ דעמ עקראנ אונ פארגלײַכט זײ מיטנ פאָקוס־אָפּשטאנד פונ לינדזעס.

5 נעמט אראָפּ דעמ עקראנ, אונ קוקנדיק דורכ בײדע לינדזעס, פּרוּװט זיכ באקומענ דײַטלעכ דעמ שריפט פונ דער צײַטונג. דער דאָזיקער טײל ארבעט פירט זיכ בא א מעגלעכ שטארקערער באלײַכטונג פונ דער צײַטונג.

6. װיאזוי זעענ מיר די בוכשטאבנ, אינ א גלײַכער אָדער פארקערטער פאָרמ?

7. אויב עס איז פאראנ א מעגלעכקײַט, עפנט א פענצטער אונ פּרוּװט דורכנ אָפּענעמ פענצטער באטראכטנ אװעלכנ עס איז געגנשטאנד, באנוצנדיק זיכ מיט דער צוגעגרײטער מאָדעל פונ טעלעסקאָפּ.

8. פארבײַט די צװײטע לינדזע (אָקוליאר) מיט א דאָפּלט־ארײַנגעבויגענעמ גלאָז אונ כאזערט מיט אים איבער די זעלבע עקספּערימענטנ. װיאזוי באקומענ זיכ די בוכשטאבנ אינ דעמ דאָזיקנ פאל: אינ א גלײַכער אָדער אינ אנ איבערגעקערטער פאָרמ?

פראגעס.

363. צוליב װאָס דינט אינ דעמ טעלעסקאָפּ די לינדזע מיטנ גרויסנ פאָקוס־אָפּשטאנד?

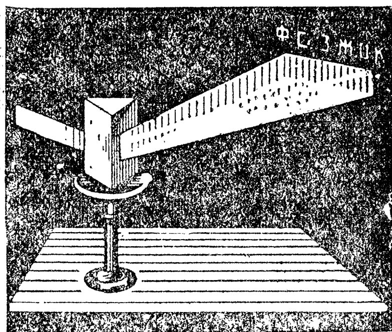
364. פארװאָס זײַנענ די אָפּבילדונגענ, װאָס מיר באטראכטנ אינ טעלעסקאָפּ, איבערגעקערטע?

## קאפיטל V.

# דיספערסיע פונ שײַנ.

**129. צעלייגונג פונ ווײַסער שײַנ אפ קאָלירנ.** באטראכטנדיק דורכ א פריזמע א געגנשטאנד, באמערקנ מיר אפ די ראנדנ פונעמ געגנשטאנד א קאָלירטע זוימ. לאָמיר באטראכטנ דורכ א פריזמע א שמאָלינקנ פאסיק ווײַס פאפיר, וואָס איז אָנגעקלעפּט אפ א שווארצנ קארדאָנ. אָנשטאָט א ווײַסנ שמאָלנ פאס באמערקנ מיר א פארהעלטעניסמעסיק ברייטנ פאס, וואָס איז באפארבט אינ העלע קאָלירנ.

עקספערימענט 1. לאָמיר לאָזנ אפ א פריזמע דורכ א שמאָלנ שפאַלט א בינטל זונ־שטראלנ אזוי, אז דער איבערברעכנדיקער קאנט פונ דער פריזמע זאָל זײַנ פאַראלעל צומ שפאַלט. אופנעמענדיק אפ אנ עקראנ דאָס בינטל, וואָס איז דורכגעגאנגענ דורכ דער פריזמע, באמערקנ מיר, אז דער שטראל האָט זיכ ניט בלויז אָפּגענייגט צומ באזיס פונ דער פריזמע, נאָר אָנשטאָט א ווײַסנ שמאָלנ פאס גיט ער אפנ עקראנ א ברייטנ באפארבטנ פאס (פיג. 206). נעענטער צומ שפּיץ פונעמ איבערברעכנדיקנ ווינקל ליגט א רויטער פאס, נאָכ אימ גייט אָראנזשער, נאָכדעמ געלער, גרינער, בלויער, אונ ענדלעכ, נעענטער צומ באזיס פונ דער פריזמע — פיאָלעטער.




פיג. 206.

דורכגייענדיק דורכ א פריזמע, נייגט זיכ אפ א שטראל צומ באזיס אלצ מער, וואָס גרעסער עס איז דער איבערברעכ־ווײַזער. הייסט עס, אז א שטראל פונ ווײַסער שײַנ, דורכגייענדיק דורכ א פריזמע, צעלייגט זיכ אפ שטראלנ פונ פארשיידענע קאָלירנ, וואָס פארמאָגנ פארשיידענע איבערברעכיקײַט.

דער קאָלירטער פאס, וואָס האָט זיכ באקומענ אפנ עקראנ, הייסט ספעקטער[1], אונ די דערשײַנונג גופא פונ שײַנ־צעלייגונג הייסט דיספערסיע.

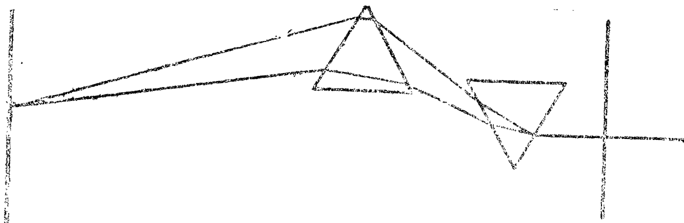
אזא שײַנ־דיספערסיע זעענ מיר אינ דער נאטור אינ דער פאָרמ פונ א רעגנבויגנ; די ראָליע פונ פריזמעס שפּילנ דאָ טראָפּנדלעכ רעגנ.

אָנרופנדיק די קאָלירנ פונ די פאסיקלעכ אינעמ ספעקטער, האָבנ מיר גערעדט וועגנ זעקס קאָלירנ. אינדערעמעסנ איז דער איבערגאנג פונ איינ קאָליר צומ צווייטנ א ביסלעכווײַזער. ס'איז שווער צו זאָגנ, ווו עס ענדיקט זיכ איינ קאָליר אונ עס הייבט

1) דאָס לאטײַנישע וואָרט ספעקטרומ באטײַט אָפּבילדונג.

זיכ אָנ א צווייטער. יעדער זייער שמאָלער פאסיק אינ ספעקטער שיידט זיכ אונטער פונ פונקט אזא צווייטנ שכיינישנ פאסיק. שטרענג גערעדט, באשטייט דער ספעקטער פו זייער אסאכ קאָלירנ פונ פארשיידענע שאטירונגענ.

אז מיר באטראכטנ דורכ א פריזמע א דינ פאסיקל קאָלירט פאפיר, וואָס איז אָנגעקלעפט אפ א שווארצנ קארדאָנ, אָדער אז מיר לאָזנ דורכ א שפאלט אינ עקראנ אפ אנ אנדער פריזמע איינעם פונ די ספעקטראלע קאָלירטע שטראלנ, באמערקנ מיר, אז א קאָלירטער ספעקטראלער שטראל צעטיילט זיכ שוינ ניט אפ קיינ אנדערע קאָלירטע שטראלנ.



פיג. 207.

עקפערימענט 2.

די קאָלירטע שטראלנ פונעמ ספעקטער, וואָס מיר באקומענ מיט דער הילפ פונ א פריזמע, וועלנ מיר דורכלאָזנ דורכ א צווייטער פריזמע, וועלכע איז אוועקגעשטעלט פארקערט בענעגייע צו דער ערשטער (פיג. 207) — מיר באקומענ אפנ עקראנ ווידער די אָפבילדונג פונעמ ווייסנ פאס.

די דאָזיקע עקספערימענטנ ברענגענ אונדז צומ אויספיר, אז:

1. א ווייסער שטראל צעלייגט זיכ אפ א ספעקטער פונ קאָלירטע שטראלנ, אונ פארקערט: אז מע זאָל צונויפנעמענ אינ איינ אָרט אלע קאָלירטע שטראלנ פונעמ ספעקטער, וועט זיכ באקומענ א ווייסער שטראל.
2. די קאָלירטע שטראלנ, וואָס בילדנ צוזאמענ א ווייסנ שטראל, האָבנ פארשיידענע איבערברעכ־ווייזערס: דעמ גרעסטנ איבערברעכ־ווייזער האָבנ פיאָלעט־שטראלנ, דעמ קלענסטנ איבערברעכ־ווייזער — די רויטע שטראלנ.

פראגעס.

365. וואָס פאר א שטראל פונ ספעקטער ברעכט זיכ איבער מער באמ דורכגיינ דורכ א דרייוועגטלדיקער פריזמע, וואָסער ווייניקער?

366. רופט אָנ דעמ סיידער, אינ וועלכנ עס גייענ די קאָלירנ אינעמ ספעקטער.

**130. קאָלירנ פונ קערפערס.** עקספערימענט 1. דורכלאָזנדיק דורכ א פריזמע ווייסע שטראלנ, לאָמיר אוועקשטעלנ אפנ וועג פונ די שטראלנ, וואָס גייענ ארויס פונ א פריזמע, א קאָלירטע דורכזיכטיקע פלאסטינקע, צומ ביישפיל א רויטע.

אפנ עקראנ וועלנ מיר באקומענ קאָלירטע פאסנ, אינ וועלכע עס וועט דאָמינירנ דער רויטער קאָליר. אויב מע זאָל דורכלאָזנ צעלייגטע שטראלנ דורכ א גרינער פלאסטינקע, וועלנ מיר באקומענ אפנ עקראנ א גרינעמ פאס, אָבער עס וועלנ פארלאָרנ גײנ קימאט אלע שטראלנ, וואָס עס האָט דורכגעלאָזט די רויטע פלאסטינקע.

אויב מיר וועלנ אפנ וועג פונ די שטראלנ אוועקשטעלנ איינע נאָכ די אנדערע אי א רויט, אי א גרינ גלאָז, קאָנ זיכ מאכנ, אז בא א געהעריקנ אונטערקלײב פונ די גלעזער וועלנ אלע שטראלנ פארשלונגענ ווערנ.

פונ דעמ דאָזיקנ עקספערימענט קאָנ מענ מאכנ אנ אויספיר, אז דער קאָליר פונ א דורכזיכטיקער פלאסטינקע ווערט באשטימט דורכ די שטראלנ פונ ספעקטער, וואָס די דאָזיקע פלאסטינקע לאָזט דורכ.

עקספערימענט 2. לאָמיר באלײכטנ א בויגנ ווײס פאפיר מיט שטראלנ פונ פארשיידענע קאָלירנ. מיר וועלנ דערזענ דאָס פאפיר דאָ רויט, דאָ בלוי, דאָ גרינ, אָפהענגיק פונעמ קאָליר פונ דעמ שטראל, וואָס פאלט אפנ פאפיר אונ ווערט פונעמ פאפיר אָפגעשפיגלט. לאָמיר באקומענ א ספעקטער אפ א ווײסנ עקראנ, אונ אוועקלייגנ אפ אימ א שטיקל רויטנ שטאָפ. מיר וועלנ באמערקנ, אז אינ אלע טיילנ פונעמ ספעקטער וועט דאָס שטיקל שטאָפ זײנ טונקל, אונ בלויז דער רויטער טייל פונעמ ספעקטער וועט אונדז אויסזענ ווי באלויכטנ. דאָס באטײט, אז דער רויטער שטאָפ, אפ וועלכנ עס זײנענ געפאלנ אלע שטראלנ, האָט אָפגעשפיגלט נאָר די רויטע שטראלנ, אָבער די איבעריקע האָט ער פארשלונגענ.

דער דאָזיקער עקספערימענט דערקלערט, פארוואָס זעט אויס א באפארבטע אויבערפלאכ ווי א קאָלירטע, בײכ מיר באלײכטנ זי מיט ווײסער שײנ. א ווײסער שטראל, פאלנדיק אפ א באפארבטער אויבערפלאכ, שפיגלט זיכ אָפ פונ דער דאָזיקער אויבערפלאכ. דערבײ פארלירט ער אייניקע שטראלנ. די אָפגעשפיגלטע שטראלנ, וואָס שטעלנ מיט זיכ פאָר בלויז א טייל פונעמ ווײסנ שטראל, זײנענ קאָלירטע שטראלנ.

דער קאָליר פונ יעדער קערפער הענגט אָפ ניט בלויז פונ די אייגנשאפטנ פונ זײנ אויבערפלאכ, נאָר אויכ פונ די שטראלנ, וואָס באלײכטנ אימ. אויב מע זאָל באלײכטנ א פאסיק רויט פאפיר מיט גרינער שײנ, וועט דער פאסיק זײנ שווארצ. דאָס איז פולקומ פארשטענדלעכ: די רויטע אויבערפלאכ וועט פערשלינגענ די גרינע שטראלנ אונ וועט גאָרנישט אָפשפיגלענ. איבער די זעלביקע סיבעס באקומענ העל־גרינע געוויקסנ א שווארצע שאטירונג אינ דער צײט פונ דעמ זונ־פארגאנג. דעריבער ענדערנ אויכ בוגטע שטאָפנ די שאטירונגענ בא דער אָוונטיקער באלײכטונג.

גאָר אנ אנדער דערשײנונג באקומט זיכ באמ צונויפמישנ פארבנ. אז מיר צעמישנ צוויי אָדער עטלעכע פארבנ, באקומענ מיר פארבנ פונ אנ אנדער קאָליר, איידער די, וואָס מיר האָבנ גענומענ אפ צעמישנ. באמ צעמישנ א געלע אונ א בלויע פארב באקומט זיכ א גרינע פארב, באמ צעמישנ א רויטע אונ א בלויע — א פיאָלעטע פארב אונ אז. וו. מע קאָנ באקומענ זייער פארשיידנארטיקע שאטירונגענ פונ פארבנ, אויב מע זאָל טרעפלעכ צוקלײבנ פארבנ אפ צונויפמישנ.

אפ באקומענ געדרוקטע קאָלירטע בילדער ווערט אמאָל אָנגעווענדעט דאָס אזוי־גערופענע דרײקאָלירנדיקע דרוקנ. דאָס דאָזיקע דרוקנ רופט זיכ דרײקאָלירנדיקס

דערפאר, וואָס בא דעם דאָזיקנ מעטאָד באקומט מענ אפנ ווײַסנ פאפיר בוילעטע, העלע קאָלירטע געמעלנ, נוצנדיק זיכ בלויז מיט דרײַ פארבנ. צו אזא מעטאָד פונ דרוקנ נעמט מענ אזעלכע פארבנ: רויט, געל אונ בלוי. קעדיי צו באקומענ א קאָלירטנ בילד, מאכט מענ דרײַ פארשיידענע קלישע [1], יעדער קלישע פאר איינער פונ די פארבנ. מיט די דאָזיקע קלישע מאכט מענ אפ איינעם אונ דעם זעלביקנ אָרט דרײַ אָפצוגנ מיט די גרונט־פארבנ. אינ דעם אָרט, ווו עס איז געמאכט געוואָרנ בלויז אײנ אָפצוג מיט דער גרונט־פארב, וועט זיכ באקומענ איינער פונ די גרונט־טאָנענ. אינ דעם אָרט, ווו עס זײַנענ געמאכט געוואָרנ אָפצוגנ מיט צוויי פארבנ, וועט זיכ באקומענ דער אָדער יענער געמישטער טאָנ. די ערטער, ווו עס זײַנענ געמאכט געוואָרנ אָפצוגנ מיט דרײַ פארבנ, גיבנ שווארצע ערטער אפנ בילד; די ערטער, ווו עס קײנ פארב איז ניט ארײַנגעפאלנ, פארבלײַבנ ווײַסע.

**פראגעס.**

367. פארוואָס זעט אויס רויט א רויט פאפיר, וואָס איז באלויכטנ מיט ווײַסער שײַנ?
368. בא וועלכנ באדינג וועט א ווײַס פאפיר אויסזענ רויט?
369. וואָסער קערפער רופנ מיר אָנ א ווײַסער? וואָסער קערפער רופנ מיר אָנ א שווארצער?
370. פארוואָס זעט אויס א ווײַסער קערפער גרינ, אויב מע קוקט אפ אים דורכ א גרינעמ גלאָז?

## 131. ספעקטראלער אנאליז.

דער ספעקטער, וואָס באקומט זיכ פונ אנ אָנגעגליטנ פאָדעמ פונ עלעקטרישנ לאָמפ, פונ וואָלטאס בויגנ, פונעמ פלאמ פונ א ליכט אונ אנדערע ביז ווײַס אָנגעגליטע הארטע אונ פליסיקע קערפערס, שטעלט מיט זיכ פאָר א דורכויסיקנ פאס. ער סבאשטיי פונ אלע קאָלירנ, וועלכע גייענ איבער אָנ איבערײַס איינער אינ דעם אנדערנ.

אזא ספעקטער הייסט **דורכויסיקער** (זע די קאָלירטע טאבעלע פונ די ספעקטערס).

אנ אנדער ספעקטער באקומט זיכ, אויב מע זאָל דורכלאָזנ דורכ א פריזמע שײַנ פונ לײַכטנדיקנ דאמפ אָדער גאז. לאָמיר נעמענ, צום בײַשפיל, קאָכזאלצ, ארײַנפירנ די זאלצ אינ פלאמ פונ א ספירט־ברענער אונ דורכלאָזנ די שײַנ דורכ א פריזמע. מיר וועלנ דערזענ שוינ ניט קיינ דורכויסיקנ ספעקטער, נאָר א העלע געלע ליניע. אינדערעמעסנ איז דאָ ניט איינ ליניע, נאָר צוויי, וואָס ליגנ אזוי נאָענט, אז אונטערשיידנ זיי קאָנ מענ נאָר מיט דער הילפ פונ זייער קאָמפליצירטע אפאראטנ. דאָס איז דער ספעקטער פונ די שטראלנ, וועלכע עס לאָזט ארויס לײַכטנדיקער דאמפ פונעמ מעטאל נאטרי, וואָס געפינט זיכ אינ קאָכזאלצ.

יעטווידער דאמפ אָדער גאז גיט זײַנ באזונדערנ ליניישנ ספעקטער. דער ספעקטער פונ וואסערשטאָפ באשטייט פונ אנ אָראנזשער, גרינער אונ העל־בלויער ליניע. דער ספעקטער פונ העלי באשטייט פונ נעײַנ ליניס, וואָס ליגנ אינ פארשיידענע טיילנ פונעמ ספעקטער א. אז. וו.

אפ אזא אויפנ באשטייט א ספעקטער, וואָס ווערט ארויסגעלאָזט דורכ לײַכטנדיקע דאמפנ אונ גאזנ, פונ באזונדערע קאָלירטע ליניעס, וואָס זײַנענ צעטיילט דורכ טונקעלע פאסנ. ער ווערט אָנגערופנ **ליניישער ספעקטער**.

1) קלישע — א פלאסטינקע פונ צינק, אפ וועלכער עס איז אויסגעשניטנ א בילד פונ א געגנשטאנד.

די ספעקטערס פון פארשיידענע דאמפן און גאזן ווערן גענוי דערלערנט. עס זײַנען געמאכט געוואָרן פאָטאָגראַפיעס פון די ספעקטערס. דעריבער איז שטענדיק מעגלעך, אויספאָרשנדיק א ספעקטער, וואָס האָט זיך באקומען פון אוואָסער עס איז גאז אָדער דאמף, צו באשטימען פינקטלעך, וועלכן שטאָף געהערט דער דאָזיקער ספעקטער.

דאָס אויספאָרשן דעם כעמישן באשטאנד פון א שטאָף לויט זײַן ספעקטער הייסט ס פ ע ק ט ר א ל ע ר  א נ א ל י ז. מיט דער הילף פון ספעקטראלן אנאליז קאָן מען אנטדעקן די אָנוועזנהײַט פון מיליאָנטלעך מיליגראם פון פארשיידענע כעמישע שטאָפן.

אויב מע זאָל אויפמערקזאם באטראכטן דעם זון־ספעקטער דורך א ספעציעלן אפאראט אפ צו באטראכטן ספעקטערס, ס פ ע ק ט ר אָ ס ק אָ פ, קאָן מען באמערקן אפן דורכויסיקן פאס פונעם ספעקטער אין פארשיידענע טײלן א ריי קווערע טונקעלע ליניעס [1]). קעדיי צו פארשטיין, פונוואנען זיי שטאמען, קאָן מען מאכן אזא עקספערימענט. אפן וועג פון די שטראלן. וואָס גייען צום ספעקטראָסקאָפ פון א צעגליטן פאָדעם פון אן עלעקטרישן לאָמפ אָדער פון וואָלטאס בויגן, לאָמיר אוועקשטעלן א פלאם פון א ברענער מיט א שטיקל נאטרי אין אים, און נאָכדעם לאָמיר דורכלאָזן די דאָזיקע שטראלן דורך א פריזמע. מיר וועלן דערזען, אז אפן דורכויסיקן ספעקטער וועט זיך באווײַזן א טונקעלער פאס פונקט אפ יענעם אָרט, ווו עס דארף זײַן די געלע ליניע פון נאטרי. דאָס באטײַט, אז דער דאמף פון נאטרי האָט פארשלונגען אקוראט יענע שטראלן, וועלכע ער לאָזט אליין ארויס. אויב אפן וועג פון די שטראלן פון דער ווײַסער שײַן וועלן זיך געפינען דאמפן פון פארשיידענע שטאָפן, וועט יעדערער פון זיי פארשלינגען זײַנע שטראלן. דער ספעקטער, וואָס באקומט זיך אפ אזא אויפן, הייסט פ א ר ש ל י נ ג ו נ ג־ס פ ע ק ט ע ר. הייסט עס, אז דער זון־ספעקטער איז א פארשלינגונג־ספעקטער. ער באווײַזט, אז די שטראלן פון דער זון־אויבערפלאך גייען דורך דאמפן און גאזן, וואָס בילדן די אטמאָספער פון דער זון. דערלערנענדיק די טונקעלע ליניעס אינעם ספעקטער פון דער זון, קאָנען מיר האָבן א דײַטלעכע פאָרשטעלונג וועגן דעם באשטאנד פון דער זון־אטמאָספער. דאָס דאָזיקע דערלערנען האָט באוויזן, אז אפ דער זון געפינען זיך אין אלגעמיין די זעלביקע שטאָפן, וועלכע מיר האָבן אויך אפ דער ערד. אזויארום קאָנען מיר מיט דער הילף פון ספעקטראלן אנאליז דערוויסן זיך דעם כעמישן באשטאנד פון די הימל־קערפערס.

**132. טײלן פונעם ספעקטער, וואָס מע זעט זיי ניט.** לויטן קאָליר פון אן אָנגעגליטן קערפער קאָן מען האָבן א פאָרשטעלונג וועגן זײַן טעמפעראטור. אויספאָרשנדיק די ספעקטערס, וואָס באקומען זיך פון אָנגעגליטן דראָט, האָט מען פעסטגעשטעלט, אז דער באקומענער ספעקטער ענדערט זיך באם העכערן די טעמפעראטור. אפריִער באווײַזט זיך דער רויטער טייל פונעם ספעקטער, נאָכדעם קומט צו אים צו דער אָראנזשער, געלער, גרינער א. אז. וו. צום סאָף, באם ווײַסגלי, באווײַזט זיך אויך דער פיִאָלעטער טייל. בא דער טעמפעראטור פון $500°C$ באווײַזן זיך די ערשטע שפורן פונעם רויטן טייל ספעקטער. בא דער טעמפעראטור פון 1500° באווײַזט זיך דער פולער ספעקטער.

[1]) דער ערשטער האָט אויסגעפאָרשט די דאָזיקע טונקעלע ליניעס דער דײַטשישער פיזיקער פראונהאָפער. דעריבער רופט מען זיי פ ר א ו נ ה אָ פ ע ר ס  ל י נ י ע ס.

צי קאָנ מענ רעכענענ, אז דער ספעקטער הייבט זיכ אָנ פונעמ רויטנ טייל אונ ענדיקט זיכ מיטנ פיּאָלעטנ? די אויסשטראַלונג פונ דעמ דראָט הייבט זיכ דאָכ אָנ ניט נאָר פונ דער טעמפעראטור 500°. אויסשטראַלונג קאָנ מענ באמערקנ אויכ בא א נידעריקערער טעמפעראטור. די אויספאָרשונגענ פונ ספעקטערס האָבנ פעסטגעשטעלט, אז א ספעקטער באגרענעצט זיכ ניט מיט דעמ טייל, וועלכנ מע זעט. הינטערנ רויטנ טייל אונ פיּאָלעטנ טייל פונעמ ספעקטער ציִענ זיכ פאסנ, וואָס מיר זעענ זיי ניט, ווייַל די שטראַלנ, וועלכע גיבנ די דאָזיקע פאסנ, ווירקנ ניט אפ אונדזער אויג. אָבער מע קאָנ זיי אופדעקנ מיט אנדערע מיטלענ. די שטראַלנ, וואָס געפינענ זיכ פארנ רויטנ טייל פונעמ ספעקטער, הייסנ *אינפרארויטע* (*אינפרא*—באטייַט נידעריקער). די דאָזיקע שטראַלנ ווייַזנ ארויס א ווארעמ־ווירקונג א באדייַטנדיק גרעסערע, איידער אנדערע שטראַלנ פונ ספעקטער. מע קאָנ זיי אופדעקנ, אריינטראָגנדיק אינעמ אינפרארויטנ טייל פונעמ ספעקטער אפאראטנ, וואָס באצייכענענ אפילע א שוואכע אָנוואָרעמונג. דער אינפרארויטער טייל פונעמ ספעקטער איז אנ ערעכ 10 מאָל לענגער פאר דעמ טייל ספעקטער, וועלכנ מע זעט.

דעמ טייל פונ ספעקטער, וועלכנ מע זעט ניט אונ וואָס גייט הינטערנ פיּאָלעטעק, בילדנ אויס *אולטראפיּאָלעטע* שטראַלנ (*אולטרא* באטייַט העכער). *בעקערעל* האָט אינ 1842 יאָר, פאָטאָגראפירנדיק דעמ ספעקטער, געפונענ, אז אפ דער פאָטאָגראפיע איז דער ספעקטער גרעסער אינ א מאָל דרייַ. דער אולטראפיּאָלעטער טייל פונעמ ספעקטער ווייַזט זיכ ארויס דורכ כעמישע ווירקונגענ.

**133. כעמישע ווירקונגענ פונ שייַנ.** עס איז באוווסט, אז אונטער דער ווירקונג פונ זונ־שטראַלנ ווערט אינ די גרינע טיילנ פונ געוויקסנ צעלייגט דער קוילנזויערגאז, וואָס ווערט פארשלונגענ פונ דער לופט, אפ קוילנשטאָפ אונ זויערשטאָפ. דער קוילנשטאָפ גייט אפ בויענ די געוועבנ פונעמ געוויקס; דעמ זויערשטאָפ טיילט אויס דער געוויקס אינ דער לופט אריינ, אונ דעריבער איז אזוי לייַכט צו עטעמענ צווישנ פעלדער אונ וועלדער.

א קאָלירטער שטאָפ, וואָס האָט זיכ געפונענ א לאנגע צייַט אונטער דער ווירקונג פונ זונ־שטראַלנ, בליאקעוועט אָפ. אזוי ווייַסט מענ לייַוונטנ, אויסשפרייטנדיק זיי אפ דער העלער שייַנ פונ דער זונ.

די דאָזיקע בייַשפילנ זייַנענ א באווייַז, אז שייַנ קאָנ ארויסרופנ כעמישע דערשייַנונגענ. אויב באפארבטע שטאָפ בליאקעוועט אָפ, קומענ, ווייַזט אויס, פאָר אינ דער פארב כעמישע ענדערונגענ. מע האָט באמערקט, אז ווייַסער פאָספאָר ווערט פארוואנדלט אינ רויטנ פאָספאָר אונטער דער ווירקונג פונ די זונ־שטראַלנ. צינאָבער א רויטער קריסטאלישער פראָשעק, ווערט אונטער דער ווירקונג פונ שייַנ שווארצ אונ באקומט אנ אמאָרפנ געבוי. פארשיידענע סאָרטנ פארבלאָזע גלאָז פארבנ זיכ ביסלעכווייַז אָפ, באקומענדיק א געלע, גרינע אונ פיּאָלעטע שאטירונג.

די זומערדיקע אָפגעברענטקייַט פונ פאָנעמ, קרענקלעכע אָפברענונגענ אפנ לייַב, וואָס באקומענ זיכ בא א דויערנדיקער ווירקונג פונ דער זונ, די העלע באפארבונג פונ פרוכטנ — דאָס זייַנענ אלצ בייַשפילנ פונ דער כעמישער ווירקונג פונ זונ־שטראַלנ. די זונ־שטראַלנ האָבנ א ריזיקע באדייַטונג אינ סאניטאריע אונ היגיענע, ווייַל אדאנק זייער ווירקונג קומענ אומ די באקטעריעס אונ עס שטעלנ זיכ אָפ די קרענקלעכע פראָצעסנ אינעמ אָרגאניזמ.

די כעמישע ווירקונג פון שײַן ווערט אויסגענוצט אין פאָטאָגראפיע.

קעדיי אויסצופאָרשן, וויאזוי עס ווירקן כעמיש שטראלן פון פארשיידענעם קאָליר, קאָן מען דורכמאכן פאָלגנדיקן עקספערימענט.

לאָמיר ארײַנלייגן אין דעם קאָפּיר־רעמל אָנשטאָט א נעגאטיוו א גלאָז, אף וועלכן עס זײַנען אָנגעצייכנט פאסן פון פארשיידענע קאָלירן, און לאָמיר א קוק טון, וואָס פאר א ווירקונג עס האָבן די שטראלן פון פארשיידענע קאָלירן אף פאָטאָגראפיש פאפיר.

עס ווײַזט זיך ארויס, אז דער טייל פאפיר, וואָס איז געווען אונטערן רויטן פאס, בלײַבט ווײַס, דער טייל פאפיר, וואָס איז געווען אונטערן געלן פאס, איז א ביסל טונקל געוואָרן; באדײַטנדיקער פון אלץ איז טונקל געוואָרן דאָס פאפיר אונטערן בלויען און פיאָלעטן פאס.

לאבאָראטאָריעס, ווו מע ארבעט אויס שײַן־פילבארע פלאסטינקעס, פאפיר און ווו מע באארבעט די באקומענע פאָטאָגראפיעס, באלײַכט מען מיט רויטער שײַן, ווײַל די קלענסטע כעמישע ווירקונג ווײַזן ארויס די רויטע שטראלן.

וואָס נעענטער עס איז דער קאָליר פון די שטראלן צום פיאָלעטן עק פון ספעקטער אלץ שטארקער איז די כעמישע ווירקונג פון די שטראלן. נאָך מער ווירקן כעמיש די אולטראפיאָלעטע שטראלן.

## 134. פארוואנדלונג פון שטראלן־ענערגיע אין אנדערע פאָרמען. די זון — דער קוואל פון ענערגיע אף דער ערד.

קימאט אלע פאָרמען פון ענערגיע אף דער ערד האָבן זייער קוואל די שטראלן־ענערגיע, וואָס גייט צו אונדז פון דער זון און וואָס ווערט פארוואנדלט אף דער ערד אין ווארעמקײַט־ענערגיע, כעמישער ענערגיע און אנדערע פאָרמען פון ענערגיע. עס איז גענוג זיך פאָרצושטעלן, וואָס עס וואָלט פאָרגעקומען אף דער ערד ווען די זון וואָלט זי ניט באלויכטן יעדער טאָג. מיר ווייסן אזעלכע ערטער אף דער ערד, ווו די זון באווײַזט זיך ניט צו עטלעכע כאָדאָשים נאָכאנאנד, — דאָס איז ווײַט הינטערן פאָליארן קרײַז אף צאָפן. דאָרטן איז אייביקער אײַז און שניי.

אומעטום אף דער ערד געפינען מיר שפורן פון דער ארבעט פון די זון־שטראלן. אדאנק דער זון בלאָזן ווינטן, קלײַבן זיך כמארעס, ווערן אָנגעפילט מיט וואסער און עס פליסן טײַכן, ארבעטן וואסער־באוועגערס און ווינט־באוועגערס. פארוואנדלטע זון־ענערגיע נוצן אויס די הידראָ־עלעקטראָסטאנציעס.

אונטער דער ווירקונג פון די זון־שטראלן דעמפט זיך אויס וואסער פון די יאמען, אָזערעס און טײַכן, הייבט זיך אויף ארויפצו, קאָנדענסירט זיך דאָרטן אין וואָלקנס, ווערט אריבערגעטראָגן דורכן ווינט אין פארשיידענע ערטער אף דער ערד און פאלט אראָפּ אין דער פאָרם פון אָפּזאצן, וואָס נערן מיט פײַכטקײַט די ערד און גיבן אן אָנהייב די פילצאָליקע טײַכן, וואָס טראָגן זייערע וואסערן צו די יאמען און אָזערעס. אזוי קומט פאָר דער אומופהערלעכער קרײַזלויף פון וואסער מיט דער הילף פון דער שטראלן־ענערגיע פון דער זון. נאָר מיט דעם באגרענעצט זיך ניט די ראָליע פון די זון־שטראלן. מיר ווייסן גוט, אין וואָס פאר א גרויסער מאָס עס הענגט אָפּ דאָס לעבן פון געוויקסן און באלעכײַים פון דער שײַן און ווארעמקײַט פון די זון־שטראלן. אין געוויקסן קומט פאָר די פארוואנדלונג פון שטראלן־ענערגיע, וואָס די זון לאָזט ארויס, אין כעמישער ענערגיע. די דאָזיקע כעמישע ענערגיע פון

די געוויקסנ נוצנ מיר אויס, געברויכנדיק געוויקסנ אלס שפײַז אָדער פארברענענדיק זיי אלס הייצווארג. שטיינקוילנ, וואָס זײַנענ איינע פונ אונדזערע ענערגעטישע הויפט־רעסורסנ [1], שטעלנ מיט זיכ פאָר רעשטנ פונ וועלדער, וואָס האָבנ פארצײַטנס באַדעקט גרויסע שטעכנ אפ דער ערד. אפ אונדזערע אויגנ קימאט בילדנ זיכ אויס אינ זומפנ פונ אָפגעשטאָרבענע געוויקסנ שיכטנ טאָרפ, וועלכער גיט גרויסע רעזערוונ הייצווארג.

די ענערגיע פונ באַלעכײַמ, וואָס שפײַזנ זיכ מיט געוויקסנ, אונ די ענערגיע פונ מענטשנ — דאָס אלצ האָט אלס אורקוואל די ענערגיע פונ די זונ־שטראַלנ.

ווי־זשע איז גרויס די גאנצע מעכטיקײַט, וועלכע עס ברענגענ אפ דער ערד די זונ־שטראַלנ? דער דיסקאָנט פונ דער דאָזיקער מעכטיקײַט האָט געגעבנ א ריזיקע צאָל: אריבער 200 ביליאָנ פערד־קראפט, אָדער בא 150 ביליאָנ קילאָוואט. די דאָזיקע מעכטיקײַט איז גלײַכ צו דער מעכטיקײַט פונ 2 מיליאָנ אזעלכע סטאנציעס, ווי די וואָלכאָווער אָדער 300 טויזנט אזוינע סטאנציעס, ווי די דניעפרישע, אויב מע זאָל רעכענענ די פולע מעכטיקײַט פונ דער דניעפרישער סטאנציע אינ א קײַלעכדיקער צאָל 500 טויזנט קילאָוואט.

ס'איז אינטערעסאנט קלאָר צו מאכנ, אינ וואָס פאר א מאָס נוצנ אויס געוויקסנ אונ וואסער די ענערגיע פונ די זונ־שטראַלנ, וואָס פאלנ אפ זיי. דער אקאדעמיקער יאָפע, וועלכער ארבעט איבער דער פראגע פונ דירעקט אויסנוצנ די שײַנ־ענערגיע פונ דער זונ, ברענגט אזוינע געגעבענע: „געוויקסנ נוצנ אויס בלויז עטלעכע פראָצענט (פונ 1 ביז 6) פונ דער זונ־ענערגיע, וואָס פאלט אפ זיי; ניט בעסער איז די לאגע אויכ מיט וואסער־קוואלנ״. וויאזוי מיר נוצנ אויס די דאָזיקע רעזערוונ אינ אונדזערע טעכנישע אײַנריכטונגענ, וועגנ דעמ זאָגט דער אקאדעמיקער יאָפע אָט וואָס:

„די זונ־ענערגיע דעמפט אויס וואסער, אויסגעבנדיק צו 600 קאלאָריעס אפ 1 קג. כוצ דעמ הייבט זי אופ דעמ דאָזיקנ דאמפ אפ א הייכ פונ 2—1 קמ, ווו ער קאָנדענסירט זיכ אינ וואָלקנס. אפ אזא אופהייבנ ווערט אויסגעגעבנ 1000 קגמ, אָדער 2 גרויסע קאלאָריעס. אינ דער מערהײַט פונ אונדזערע הידראָטעכנישע אײַנריכטונגענ (דניעפרישער, וואָלכאָווער, סווירער אונ אנדערע סטאנציעס) נוצנ מיר אויס אײַנעמ־צוויי צענדליק מעטער פונעמ פאלנ, ד.ה. ווייניקער פונ 0,1 קאלאָריע אפ 1 קג וואסער. אפ אזא אויפנ גיט אויס די זונ אפ יעדער קילאָגראמ וואסער 602 קאלאָריעס קימאט פולווערטיקע ענערגיע, אונ מיר באקומענ אפ אונדזערע הידראָטעכנישע אײַנריכטונגענ בא 0,05 קאלאָריעס. דער קאָעפיציענט פונ אויסנוצנ איז גלײַכ בלויז צו 0,0001״.

עקספערימענטאל האָט מענ געפונענ, אז יעדער קוואדראטער סאנטימעטער שטעכ פונ דער ערד, וואָס איז געווענדעט פערפענדיקוליער צו די שטראַלנ, באקומט אינ א מינוט 2 קליינע קאלאָריעס (אויב מע זאָל ניט רעכענענ די פארשלינגונג פונ דער אטמאָספער).

דאָס באטײַט, אז די מעכטיקײַט פונ די זונ־שטראַלנ, וואָס פאלנ אפ 1 מ², איז העכער פונ אָנדערהאלבנ פערד־קראפט, אָדער העכער פונ 1 קווט. אויב מיר וואָלטנ קאָנענ אויסנוצנ נאָר 1% פונ דער זונ־ענערגיע, וואָס פאלט אפ די דעכער אינ

---

[1] רעסורס — רעזערוו.

אונדזערע שטעט, וואָלטן מיר באַדײַטנדיק געדעקט אונדזער באַדערפעניש אין עלעקטרישער ענערגיע.

דער הויפט-קוואַל פון עלעקטרע־ענערגיע אין דער טעכניק זײַנען די הייצוואַרג־רעזערוון (קוילן, נאַפט, טאָרף). די הייצוואַרג־רעזערוון, וואָס די נאַטור האָט אָנגעקליבן אין מעשעך פון יאָרן, פאַרנוצן מיר אין מעשעך פון טעג און אפילע שאָען. דערי־בער ווערט באַ הײַנטיקן טאָג אָפּגעגעבן אַסאַך אויפמערקזאַמקײַט דער פראַגע וועגן דירעקטן אויסנוצן די ענערגיע פון זון־שטראַלן.

---

# ענטפערס צו די פראגעס און געניטונגען.

| § | № | ענטפערס |
|---|---|---|
| 16. | 22. | מע קאָן ניט. |
| 16. | 23. | מע קאָן ניט. |
| 25. | 54. | ניין. |
| 44. | 102. | ניט אלצייינס. |
| 45. | 109. | 0,1324 אָמ. |
| 50. | 119. | גלײַך. |
| 50. | 120. | קלענער. |
| 50. | 121. | דער ווידערשטאנד פון איין דורכפירער. |
| 51. | 125. | 55. ווט. |
| 51. | 126. | בא 0,8 קווט. |
| 51. | 127. | 0,9 אמפּ. |
| 60. | 181. | באם צונויפדרייען באריר זיך די דראָטן אפ א קליינעם שטעטל; דאָס פארגרעסערט דעם ווידערשטאנד אינעם געגעבענעם אָרט, און דעריבער קאָנען די דורכפירערס זיך אָנווארעמען און צעשמעלצן. |
| 64. | 208. | ניט שטענדיק. ווער זיך ענדערן. |
| 65. | 210. | מע קאָן ניט. |
| 67. | 218. | אונטער דער ווירקונג פון דעם מאגנעט־פעלד פון דער ערד. |
| 70. | 224. | פון דער צאָל אמפּער־וויקלונגען. |
| 72. | 226. | די ערד. |
| 75. | 240. | $AB$ — צו אונדז, $CD$ — פון אונדז. |
| 81. | 259. | וועקסל־שטראָם. |
| 82. | 262. | וועקסל־שטראָם. |
| 92. | 285. | דורך דער ענדערונג פונעם אָנגלי אָדער דורך דער ענדערונג פון דעם נעצל־אָנלאָד. |
| 99. | 288. | ניין. |
| 100. | 291. | די זון־אָפּבילדונג. |
| 101. | 292. | ניין. |
| 103. | 310. | 12,5 ליוקסן. |
| 103. | 311. | 50 סמ. |
| 103. | 312. | 44,4 ליוקס. |
| 105. | 314. | צוויי מאָל העכער. |
| 107. | 325. | 45°. |
| 107. | 326. | 120°; 160°. |
| 109. | 328. | פאפיר. |
| 111. | 336. | אינעם הויפּט־פּאָקוס. |
| 113. | 352. | פארגרעסערט זיך. |
| 113. | 353. | ניין. |
| 113. | 354. | ניין. |
| 113. | 356. | 120 000 קמ\סעק. |
| 113. | 357. | 1,15 (קראָנגלאָז). אָנווײַזונג: צעטיילן די גיכקײַט פון שײַן אין וואסער אפ דער גיכקײַט פון שײַן אין גלאָז. |
| 118. | 358. | פארקערטע. |
| 129. | 368. | באם באלײַכטן מיט רויטער שײַן. |

# אינהאלט.

## עלעקטרע.

קאפיטל I.

### אריינפיר.



קאפיטל II.

### ערשטע ידיעות וועגן עלעקטרע.



קאפיטל III.

### פארוואנדלונג פון עלעקטרישער ענערגיע אין כעמישער און פארקערט.

## קאפיטל IV.

## געזעצנ פונ עלעקטרישנ שטראָמ.



## קאפיטל V.

## פארוואנדלונג פונ עלעקטרישער ענערגיע אינ ווארעמקייט־ענערגיע.



## קאפיטל VI.

## עלעקטרעמאגנעטיש פעלד.

קאַפּיטל VII.

## פאַרוואַנדלונג פון עלעקטרישער ענערגיע אין מעכאַנישער.



קאַפּיטל VIII.

## עלעקטראָמאַגנעטישע אינדוקציע.



קאַפּיטל IX,

## ראַדיאָ־טעכניק.



# שײַן.

קאַפּיטל I.

## פאַרשפּרייטונג פון שײַן.



קאַפּיטל II.

## די קראַפט פון שײַן און איר אויסמעסטונג.

קאַפּיטל .III

## שײַן־אָפּשפּיגלונג.



קאַפּיטל .IV

## איבערברעכונג פון שײַן.



קאַפּיטל .V

## דיספּערסיע פון שײַן.



